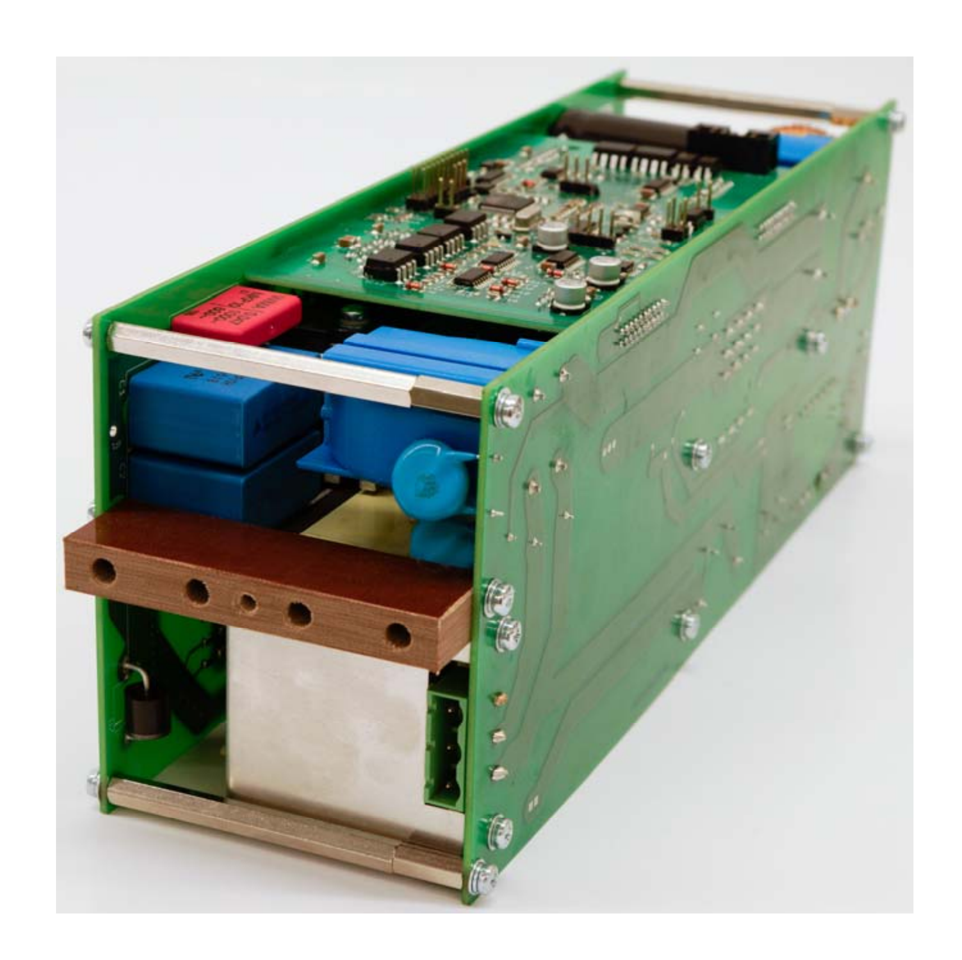
Benutzerhandbuch



PM3AC10-1x

Bidirektionales 2,3 kW DC/AC-Wandler-Modul



Artikel-Nr.: BNH-PM3AC10-1x
Ausgabe-/Rev.-Datum: 25.09.2013



Vorwort

Diese Technische Dokumentation soll über die sachgemäße Bedienung und Handhabung des DC/AC-Modulmoduls PM3AC10 (DC/AC-Modul) informieren. Die Module dienen zum Wandeln einer Gleichspannung (z.B. DC-Zwischenkreis des Wandlergerätes) in eine Wechselspannung von 230V / 50Hz.

Die Betriebsanleitung ist aufzubewahren.

Texte, Pläne und Tabellen dürfen ohne unsere ausdrückliche Zustimmung weder kopiert oder vervielfältigt, noch Drittpersonen zugänglich gemacht werden.

Wir weisen darauf hin, dass diese Technische Dokumentation nicht Teil einer bestehenden, früheren Vereinbarung oder Zusage oder Teil eines Rechtsverhältnisses ist.

Sämtliche Verpflichtungen ergeben sich aus dem Kaufvertrag, der auch allein die Gewährleistungsregelung enthält. Die vertraglichen Regelungen werden durch die Technische Dokumentation nicht berührt.

Mit geltend zu dieser Dokumentation des Herstellers sind die Dokumentationen der Zulieferer.

Ergänzend zur Betriebsanleitung sind alle allgemeingültigen gesetzlichen und sonstigen verbindlichen Regelungen zur Unfallverhütung und zum Umweltschutz zu beachten und anzuwenden.

Flexiva automation & Robotik GmbH
Weißbacher Straße 3
D – 09439 Amtsberg

Inhaltsverzeichnis



Flexiva automation & Robotik GmbH
Weißbacher Straße 3
D – 09439 Amtsberg

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis



1 Einleitung

Damit die Sicherheit des Bedieners gewährleistet ist und mögliche Schäden am Modul vermieden werden, ist unbedingt vor Beginn der Nutzung des Moduls bzw. der damit verbundenen Anlage sicherzustellen, dass dieses Benutzerhandbuch vollständig gelesen wurde.

Das vorliegende Benutzerhandbuch soll dabei helfen, das DC/AC-Modul besser kennen zu lernen und es entsprechend den bestimmungsgemäßen Arbeitsmöglichkeiten benutzen zu können.

Vor der Inbetriebnahme muss sich das Bedienpersonal mit allen Baugruppen vertraut machen. Insbesondere ist der Punkt Sicherheit zu beachten.

Das vorliegende Benutzerhandbuch enthält wichtige Hinweise zum ordnungsgemäßen und wirtschaftlichen Gebrauch des DC/AC-Moduls. Die Beachtung dieser Anweisungen trägt dazu bei, Gefahren zu vermeiden, die Kosten aufgrund von Reparaturen und Ausfallzeiten zu reduzieren und die Lebensdauer des Moduls zu verlängern.

In den Kapiteln befindet sich am Textrand ggf. ein Symbol, das auf die Funktion des jeweiligen Textabschnitts verweist und im Hinblick auf die Bedienung oder die Wartung von Bedeutung ist bzw. auf wichtige Beschreibungen oder Anmerkungen hinweist:



Gefahr

Alle Absätze in der technischen Dokumentation, die Hinweise auf mögliche Gefährdungen enthalten, sind mit nebenstehendem Symbol gekennzeichnet.
Bei Nichtbeachtung können schwere Verletzungen die Folge sein! Die Hinweise sind strikt zu befolgen.



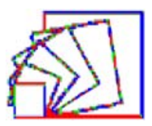
Achtung

Alle Absätze mit diesem Symbol geben Hinweise zur Vermeidung von Schäden an der Anlage.



Hinweis

Absätze mit diesem Symbol geben wichtige Hinweise für eine effektive Arbeit.



Die Arbeitsschritte, die in logischer Reihenfolge seitlich von diesem Symbol beschrieben werden, unterrichten den Bediener über die ergonomischste Vorgehensweise der Bedienung.

Flexiva automation & Robotik GmbH
Weißbacher Straße 3
D – 09439 Amtsberg

2 Identifizierung

2.1 Produktmarke und Typbezeichnung

ZEMIS® PM3AC10

2.2 Produktversion / Version Software / Bearbeitungsstand

Produktversion: PM3AC10-1x

Firmware: 2.10

Stand: 2013



3 Produktbeschreibung

3.1 Allgemeines / bestimmungsgemäße Verwendung

Das DC/AC-Modul dient dazu, aus einer Gleichspannung (z.B. Zwischenkreisspannung von 375V) eine Wechselspannung zu erzeugen. Es ist zur Benutzung in Verbindung mit den DC/DC-Wandlermodulen vom Typ PM3Kxxx vorgesehen. Mit dem DC/AC-Modul ist sowohl Insel- als auch Netzbetrieb möglich, d.h. es kann sowohl ein einzelner Verbraucher betrieben als auch ins Netz eingespeist werden.

Achtung

Das DC/AC-Modul bietet keine galvanische Trennung von Zwischenkreis und Ausgang! Dies kann beim Zusammenschalten mit anderen Modulen ohne galvanischer Trennung zur Beschädigung des DC/AC-Moduls führen.

Begriffe und Abkürzungen

ZK: Vorsilbe: _zk	Zwischenkreis (DC-Seite) Hiermit wird die Seite des Moduls bezeichnet, mittels der die Kopplung mit DC/DC-Modulen oder die Ankopplung einer beliebigen anderen DC-Komponente erfolgen kann.
Ausgang: Vorsilbe: _a	Ausgangsseite (AC-Seite, Komponentenseite) An dieser Seite des Moduls erfolgt die Ankopplung ans Stromnetz als auch der Anschluß von elektrischen Verbrauchern (abhängig von der eingestellten Betriebsart).
Netzbetrieb: (on-grid)	Im Netzbetrieb ist das DC/AC-Modul ans Stromnetz angeschlossen und arbeitet als Stromquelle. In diesem Fall ist sowohl eine Einspeisung ins Netz, als auch eine Leistungsentnahme aus dem Netz möglich.
Inselbetrieb: (off-grid)	Im Inselbetrieb können Verbraucher direkt an das DC/AC-Modul angeschlossen werden. Es arbeitet als Spannungsquelle.

Flexiva automation & Robotik GmbH
Weißbacher Straße 3
D – 09439 Amtsberg

3.2 Technische Informationen und Daten

Typ: umparametrierbarer Netz- bzw. Inselwechselrichter mit sinusförmiger Ausgangsgröße zum Betrieb an einem DC-Zwischenkreis (DC/AC-Modul).

Leistungsdaten:	
Zwischenkreisspannung:	100…395V DC
Nennstrom:	10Aeff
Ausgangsspannung:	0…250Veff (Ausgangsspannung < ZK-Spannung)
Nennfrequenz:	50Hz, 60Hz
Frequenzbereich Inselbetrieb:	40Hz-70Hz
Überlastbarkeit Inselbetrieb:	16Aeff (Rechteck) für max. 30s
Schnittstellen:	RS232 (CMOS-Pegel), galvanisch getrennt
Stromversorgung:	10…30V, 5W galvanisch von Leistungsseite getrennt
Eigenbedarf:	standby: ca. 5W im Betrieb max. 10W
Verschaltung AC-Seite:	parallelschaltbar
Galvanische Trennung:	keine
Umgebungsbedingungen	
Umgebungstemperaturbereich	-20..50°C (während des Betriebes)
Schutzgrad	IP 00
max. Luftfeuchte	bis 90% (nicht kondensierend)
Schadstoffe	Die Umgebung darf keine größeren Mengen Staub, insbesondere keinen Metall- oder Graphitstaub enthalten.
Gehäuse	
Aufbau	open frame
Abmessungen	283 mm x 85 mm x 105 mm
Eigenmasse	ca. 2,9 kg



Lieferumfang

- DC/AC-Modul PM3AC10 (vorparametriert)
- Datenträger (CD)
- Software zur Visualisierung und Parametrierung (auf CD)
- Benutzerhandbuch (auf CD)

Optional

- Gerätesystem für max. 4 Module (Varianten auf Nachfrage)
- Vorparametrierung entsprechend geplanter Anwendung

Flexiva automation & Robotik GmbH
Weißbacher Straße 3
D – 09439 Amtsberg

3.3 Leistungsanschlüsse

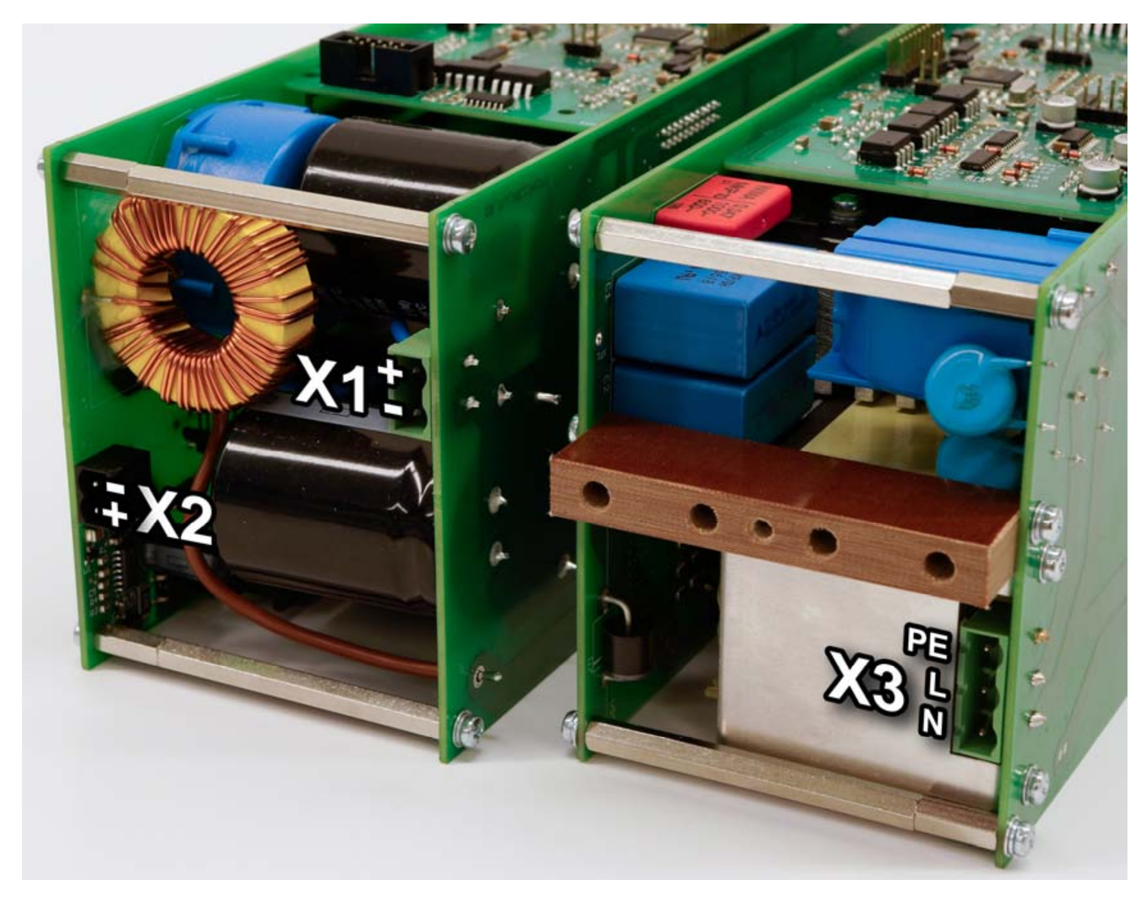


Abb. 1: Leistungsanschlüsse

X1: ZK-Anschluss (DC-Seite, Zwischenkreis)

- Stecker mit Klemme max. 2,5mm²

X2: Anschluss Hilfsstromversorgung

- Stecker mit Klemme max. 1,5mm²
- 10-30V DC

X3: Ausgangs-Anschluss (AC-Seite, Komponentenseite)

- Stecker mit Klemme max. 2,5mm²
- N, L, PE



3.4 Signalanschlüsse



Abb. 2: Signalanschlüsse

SV1: Kommunikations-Schnittstelle

Die Kommunikation mit dem Modul erfolgt über eine optisch isolierte serielle Schnittstelle. Für die Ansteuerung der Optokoppler ist eine Versorgungsspannung von 5V (ca. 30mA) zur Verfügung zu stellen. Um auf einfache Art mehrere Module ansprechen zu können, lassen sich die Signale RXD und TXD mittels des SELECT - Signals zuschalten. Ist SELECT low, wird TXD hochohmig und RXD empfängt keine Signale. Bei Verwendung mehrerer Module können somit die RXD - und TXD - Leitungen parallel geschaltet werden und mittels SELECT das aktuell angesprochene Modul ausgewählt werden.

Datenrate: 115200 bps,

Format: 8 bit + 1 Stoppbit

Die Signale OC_OK und OC_EN sind für ein zusätzliches Sicherheitsfeature vorgesehen: OC_OK wird low, wenn die Zwischenkreisspannung den oberen Grenzwert überschritten hat. Somit kann ein Modul allen anderen mitteilen, wenn dieser Fall aufgetreten ist, indem alle OC - OK - Signale UND - verknüpft und OC - EN zugeführt werden. Auf diese Weise ist es möglich, beim Ausfall des Zwischenkreisspannungsmessverstärkers eines Moduls größere Schäden zu verhindern.

Flexiva automation & Robotik GmbH
Weißbacher Straße 3
D – 09439 Amtsberg

Pin	Kürzel	Erläuterung
1	GND	Masse
2	VCC	+5 V
3	OC_OK	H: keine ZK-Überspannung
4	NC	nicht verwendet
5	NC	nicht verwendet
6	SELECT	H: Serielle Schnittstelle aktiviert L: Serielle Schnittstelle deaktiviert
7	OC_EN	H: Modul enabled
8	RXD	Eingang Daten
9	NC	nicht verwendet
10	TXD	Ausgang Daten

Tab. 1: Pin-Belegung SV3

SV2, SV3, SV4, SV5, TST: Service-Schnittstellen

Die Service-Schnittstellen werden für den Betrieb nicht benötigt und sind nicht zu benutzen.

JP1, JP2, JP4: SYNC-IN / SYNC_OUT: Synchronisier-Ein-/Ausgänge

Diese Anschlüsse dienen der Synchronisation mehrerer Module im Inselbetrieb bei Parallelschaltung oder mehrphasigem Betrieb. Wenn die Synchronisation erfolgreich war, ist das Signal an SYNC_OUT in Phase zu dem Signal an SYNC_IN. Eine parametrierte Phasenverschiebung hat nur Auswirkungen auf den Leistungsausgang, nicht auf das Signal an SYNC_OUT.

Bei Nutzung mehrerer DC/AC-Module in einem Modulträger von Flexiva (z.B. WG5K020) sind Master und Slaves schon werksseitig miteinander verbunden und entsprechend gekennzeichnet.



Abb. 3: Kennzeichnung von Master und Slaves im Modulträger



3.5 Prinzipieller Aufbau und Funktionsweise des DC/AC-Moduls

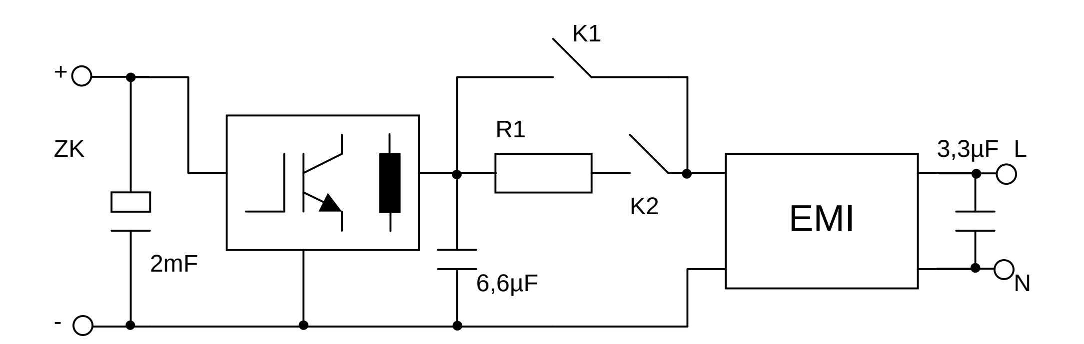


Abb. 4: Aufbau des DC/AC-Moduls

Der Minuspol des Zwischenkreises ist galvanisch mit dem N-Anschluss der Netzseite verbunden. Der L-Anschluss der Netzseite kann maximal die Zwischenkreisspannung +UZK und minimal -UZK annehmen.

Im ausgeschalteten Zustand sind die Kontakte K1 und K2 offen. Beim Einschalten wird zunächst K2 geschlossen und lädt den eventuell leeren Zwischenkreis über den Widerstand R1 auf. Hierbei handelt es sich um zwei parallel geschaltete PTC - Widerstände vom Typ EPCOS B59754D0120A70 mit einem Wert von je 150Ohm im Kaltzustand. Kann aufgrund eines Fehlers im Zwischenkreis (Kurzschluss, zu hohe Kapazität) dieser nicht geladen werden, werden diese Widerstände hochohmig und begrenzen den Strom auf einen ungefährlichen Wert.

Nach erfolgreicher Ladung des Zwischenkreises wird der Kontakt K1 geschlossen und die Leistungsstufe zugeschaltet.

3.6 Sicherheitsinformationen

Das DC/AC-Modul wurde nach anerkannten Regeln der Technik entwickelt und produziert und vor der Auslieferung einer Sicherheitsprüfung unterzogen.

Bei Fehlbedienungen oder Missbrauch drohen dennoch Gefahren für Personen und das DC/AC-Modul.

Alle Personen, die das Modul einbauen, bedienen oder warten, müssen:

1. dieses Benutzerhandbuch lesen und genau beachten,
2. für ihre Tätigkeit ausgebildet und eingewiesen sein

Flexiva automation & Robotik GmbH
Weißbacher Straße 3
D – 09439 Amtsberg

Prüfspannung zwischen ZK-Seite und Kommunikationsschnittstelle: 6kVp

Prüfspannung zwischen ZK-Seite und Hilfsstromversorgung: 6kVp

3.6.1 Sicherheitsmaßnahmen beim Einbau

Um einen störungsfreien Betrieb zu gewährleisten und die Lebensdauer der elektronischen Komponenten zu erhalten, ist Wärmestau, gerade an den Stirnseiten des Moduls (Lüfter und gegenüberliegende Seite), zu vermeiden. Der Einbauort ist entsprechend so zu wählen, dass das Modul während des Betriebes ausreichend belüftet wird.



Achtung

Die Kühlkörper sind mit Potentialen verbunden, d.h. sie dürfen nicht berührt werden!

3.6.2 Verbleibende Gefährdungen

Das beschriebene Produkt entspricht dem Stand der Technik und den anerkannten sicherheitstechnischen Regeln. Trotzdem können Gefahren entstehen.

Die im Zusammenhang mit dem Betrieb des Moduls auftretenden verbleibenden Gefährdungen können entstehen durch:

- Die Nutzung von elektrischen / elektronischen Komponenten (Quellen, Senken, Speicher) von Drittanbietern.
- die Elektrizität selbst

Für alle verbauten Komponenten sind deren jeweils geltende Vorschriften und Sicherheitshinweise bzgl. des Betriebes und Aufstellungs- bzw. Einbauortes zu beachten und einzuhalten.

3.6.3 Qualifikation des Bedienungspersonals

Die Inbetriebnahme und der Anschluss des Moduls dürfen nur von Personen ausgeführt werden, die über eine elektrotechnische Fachausbildung verfügen und die erforderlichen Leitungsverbindungen fachgerecht vornehmen können.

Für die Nutzung der zum Lieferumfang gehörenden Software sind Basiskenntnisse für den Umgang mit PCs und den aktuellen WINDOWS – Betriebssystemen erforderlich. Diesbezügliche Details sind der beiliegenden ausführlichen Programmbeschreibung zu entnehmen.



4 Vorbereitung des Produkts für den Gebrauch

4.1 Transport des Moduls

Beim Transport des Moduls ist zu beachten, dass es keinen Vibrationen, heftigen Erschütterungen sowie Stößen ausgesetzt wird, da sonst empfindliche Komponenten Schaden erleiden könnten.

4.2 Verpackung des Moduls

Grundsätzlich sind für den Transport bzw. Versand des Moduls ziel-, sach- und umweltgerechte Verpackungen zu verwenden.

Da das Modul selbst über einen Schutzgrad IP00 verfügt, muss eine Transportverpackung gewählt werden, die das Eindringen von Wasser, Schmutz und Staub verhindert. Das Einbringen von konventionellen Entfeuchtungsmitteln in die Verpackung wird empfohlen.

4.3 Lagerung des Moduls

Dauerhafte Lagerung: Geschlossene Räume, trocken, Zimmertemperatur

4.4 Inbetriebnahme des Moduls

Vor Inbetriebnahme sind folgende Bedingungen sicherzustellen und zu kontrollieren:

- Die fachgerechte Installation und Auslegung aller erforderlichen elektrischen Verbindungsleitungen sowie der korrekte Anschluss aller Komponenten an das Modul.
- Die Kenntnis der Hinweise und Vorgaben dieses Benutzerhandbuches.

4.4.1 Anschluss Zwischenkreis (ZK-Seite)

- Querschnitt der Drähte muss entsprechend dem erwarteten Strom gewählt werden, → min. 1,5mm² werden empfohlen
- Polarität beachten

4.4.2 Anschluss Ausgang (AC-Seite)

- Querschnitt der Drähte muss entsprechend dem erwarteten Strom gewählt werden, → min. 1,5mm² werden empfohlen

Flexiva automation & Robotik GmbH
Weißbacher Straße 3
D – 09439 Amtsberg

4.4.3 Anschluss Hilfsstromversorgung

- 10…30V DC, 1,5mm²
- Polarität beachten

4.4.4 Anschluss Kommunikation

- 5V DC Betriebsspannung erforderlich
- CMOS-Pegel → Pegelwandler auf RS232-Pegel erforderlich
- OC_EN muss für Betrieb auf +5V gesetzt sein

4.4.5 Modul in Betrieb setzen

1. Diese Dokumentation lesen
2. Hilfsstromversorgung anschließen
3. Parametrieren
4. Einschalten



5 Betrieb

5.1 Funktionsweise

Das DC/AC-Modul ist für die Versorgung von direkt angeschlossenen Verbrauchern geeignet (Inselbetrieb). In diesem Fall wird die Ausgangsspannung (AC-Spannung) konstant gehalten. Ebenfalls möglich ist der Betrieb an einem Stromnetz (Netzbetrieb). Hier wird der Ausgangsstrom konstant gehalten. In dieser Betriebsart ist ein bidirektionales Arbeiten möglich, d.h. es kann auch Leistung aus dem Netz entnommen und dem Zwischenkreis zugeführt werden. Zur Umschaltung zwischen beiden muss der Parameter für die Modulbetriebsart (mod_opmode) umgestellt werden.

Die Ausgangsgrößen Strom und Spannung sind sinusförmig. Für die Regelung der Zwischenkreisspannung steht ein per Software realisierter PIT1-Regler zur Verfügung, dessen Ausgang mit den Sollwerten für die Ausgangsgröße verknüpft ist und so verschiedene Möglichkeiten der ZK-Spannungsregelung bietet.

5.1.1 Betriebsarten

Das DC/AC-Modul bietet mehrere Betriebsarten an. Prinzipiell kann dabei zwischen 2 Gruppen von Betriebsarten unterschieden werden: Betriebsarten im Inselbetrieb und Betriebsarten im Netzbetrieb. Die Umschaltung zwischen Insel- und Netzbetrieb erfolgt mittels Bit 1 des Parameters mod_opmode. Die nachfolgenden Tabellen geben einen Überblick über die möglichen Betriebsarten in den beiden Betriebsarten-Gruppen und die entsprechenden Bit-Kombinationen des Parameters mod_opmode.

Ist Bit 1 von mod_opmode 0 arbeitet es im Inselbetrieb. Ist Bit 0 gleich 0 wird ein PI-Regler zu Regelung der Ausgangsspannung verwendet, ist Bit 0 gleich 1 wird ein PI-Regler mit resonantem Integrator verwendet. In beiden Betriebsarten ist ein Regler für die Zwischenkreisspannung vorhanden, der diese nach unten begrenzt.

Ist Bit 1 gleich 1, kann das DC/AC-Modul an einem Stromnetz betrieben werden. Bit 0 hat hier noch keine Funktion und sollte 0 sein. Das DC/AC-Modul arbeitet in diesem Fall als Stromquelle. Es stehen zwei Zwischenkreisspannungsregler zur Verfügung. Einer für eine (wählbare) untere Spannungsgrenze, der andere für eine (wählbare) obere Spannungsgrenze.

Eine Unterstützung bei der Festlegung der richtigen Betriebsart bietet der entsprechende Dialog in der Software „ModuleConfigSuite“ (Siehe 7.4.10).

Flexiva automation & Robotik GmbH
Weißbacher Straße 3
D – 09439 Amtsberg

Parameter: mod_opmode			
Bit	**Dec**	**Bedeutung im Inselbetrieb**	**Bedeutung im Netzbetrieb**
0	**1**	Typ Ausgangsspannungsregler	nicht benuztzt
1	**2**	Insel-/Netzbetrieb	Insel-/Netzbetrieb
2	**4**	nicht benutzt	nicht benutzt
3	**8**	ZK-Spannungsmodus	ZK-Spannungsmodus
4	**16**	nicht benutzt	Blindstrommodus
5	**32**	Synchronisieren	nicht benutzt
6	**64**	Mehrphasenbetrieb / Parallelbetrieb	nicht benutzt
7	**128**	nicht benutzt	nicht benutzt

Tab. 2: mod_opmode

Parameter: mod_opmode										
Bit								**Dec**	**Hex**	**Bedeutung**
7	**6**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**	**0**			
0	x	x	0	x	0	0	0	0	0x00	PI-Regler
0	x	x	0	x	0	0	1	1	0x01	Resonanter PI-Regler
0	x	x	0	0	0	0	x	0	0x00	Normaler ZK-Spannungsbereich 350..400V
0	x	x	0	1	0	0	x	8	0x08	Voller ZK-Spannungsbereich 0..400V
0	0	1	0	x	0	0	x	32	0x20	Parallelbetrieb
0	1	1	0	x	0	0	x	96	0x60	Mehrphasenbetrieb

Tab. 3: Optionen im Inselbetrieb

Parameter: mod_opmode										
Bit								**Dec**	**Hex**	**Bedeutung**
7	**6**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**	**0**			
0	0	0	x	x	0	1	0	2	0x02	Netzbetrieb
0	0	0	x	0	0	1	x	0	0x00	Normaler ZK-Spannungsbereich 350..400V
0	0	0	x	1	0	1	x	8	0x08	Voller ZK-Spannungsbereich 0..400V
0	0	0	0	x	0	1	x	2	0x02	Blindleistung per Phasenwinkelvorgabe
0	0	0	1	x	0	1	x	18	0x12	Blindleistung per Blindstromvorgabe

Tab. 4: Optionen im Netzbetrieb

5.1.2 Überwachungsfunktionen / Fehlerabschaltungen

Das Modul verfügt über zahlreiche Überwachungsfunktionen, die im Folgenden erläutert werden. Erfolgt eine Fehlerabschaltung, so werden die entsprechenden Bits (Siehe Tabelle unten) in der Variable mod_state gesetzt. Bevor das Modul wieder eingeschaltet werden kann, müssen die aufgetretenen Fehler quittiert werden, indem die Variable err_quit auf 1 gesetzt wird.



Überstrom am Ausgang (Inselbetrieb, Netzbetrieb)
→ „Überstrom am Ausgang“
Wird gemeldet, wenn die Hardware-Überstromabschaltung angesprochen hat.

Überspannung am Zwischenkreis (Inselbetrieb, Netzbetrieb)

→ „U_ZK zu hoch“

Ist die ZK-Spannung größer als 400V, erfolgt eine Fehlerabschaltung.
Im Vollbereichszwischenkreisspannungsmodus erfolgt noch eine zusätzliche Abschaltung, wenn die Zwischenkreisspannung den Wert 1,5*zk_usollvh überschreitet.

Übertemperatur (Inselbetrieb, Netzbetrieb)
→ „Übertemperatur“

Für die Übertemperaturabschaltung wird die Temperatur vom Kühlkörper überwacht. Bei einer Temperatur von mehr als 90°C am Kühlkörper wird mit Fehlermeldung abgeschaltet.

Unterspannung am Zwischenkreis (Inselbetrieb, Netzbetrieb)
→ „U_ZK zu niedrig“

Im Normalbereichszwischenkreisspannungsmodus erfolgt eine Abschaltung wegen Zwischenkreisunterspannung bei 351V.

Im Vollbereichszwischenkreisspannungsmodus wird zwischen Netzbetrieb und Inselbetrieb unterschieden. In beiden Fällen, also sowohl im Netzbetrieb als auch im Inselbetrieb erfolgt eine Abschaltung, wenn die Zwischenkreisspannung zk_uist kleiner als 95% des unteren Sollwertes zk_usollv ist.

Im Netzbetrieb erfolgt eine Fehlerabschaltung, wenn zk_uist<a_ueff*1,4 ist, also wenn die Spitzenspannung am Ausgang (AC-Seite) mehr als 99% der Zwischenkreisspannung beträgt.

Im Inselbetrieb erfolgt eine Fehlerabschaltung wenn die Zwischenkreisspannung kleiner als der Spitzenwert des Ausgangsspannungssollwertes ist (AC-Seite).

Überlast (Inselbetrieb)
→ „Überlast“

Wird an der AC-Seite mehr Leistung abgefordert, als per Zwischenkreis verfügbar ist, so bewirkt der ZK-Regler eine Verringerung der Ausgangsspannung. Ist daraufhin die Ausgangsspannung für mehr als 10s kleiner als der Sollwert, erfolgt eine Fehlerabschaltung.

Überschreitet der Ausgangsstrom für mehr als 30s einen Wert von 10,5A, erfolgt eine Fehlerabschaltung.

Flexiva automation & Robotik GmbH
Weißbacher Straße 3
D – 09439 Amtsberg

Frequenzabweichung (Inselbetrieb, Netzbetrieb)
→ „Frequenzabweichung"
Im Netzbetrieb wird die Frequenz des DC/AC-Moduls mittels PLL ständig der Netzfrequenz nachgeführt. Wird dabei eine Abweichung der parametrierten Sollfrequenz von der Netzfrequenz um mehr als 0,5Hz festgestellt, erfolgt eine Fehlerabschaltung.

Im Inselbetrieb wird die Frequenz auch überwacht und zwar sowohl im Parallelbetrieb als auch im Mehrphasenbetrieb. Hier erfolgt eine Fehlerabschaltung, wenn die Frequenz um mehr als 4,5Hz vom eingestellten Wert abweicht.

Synchronisationsfehler (Inselbetrieb, Netzbetrieb)
→ „Synchronisationsfehler"
Ist im Netzbetrieb oder im Parallelbetrieb / Mehrphasenbetrieb (synchronisierter Inselbetrieb) die Synchronisation fehlgeschlagen, erfolgt eine Fehlerabschaltung.

Im Inselbetrieb erfolgt die Anzeige dieses Fehlers noch in folgenden Fällen:

- Es liegt kein gültiges Synchronisationssignal vor
  (Frequenz nicht zwischen 37..74Hz).
- Im Parallelbetrieb wird vom Slave-Modul vor dem Zuschalten die eigene Phase mit der Phasenlage der Spannung vom Master-Modul verglichen. Stimmen diese nicht überein, erfolgt eine Fehlerabschaltung.

Parameter: mod_state											
Bit								Dec	Hex	Bedeutung im Netzbetrieb	Bedeutung im Inselbetrieb
7	6	5	4	3	2	1	0				
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0x00	kein Fehler	kein Fehler
0	0	0	0	0	0	0	1	1	0x01	Überstrom am Ausgang	Überstrom am Ausgang
0	0	0	0	0	0	1	0	2	0x02	U_ZK zu hoch	U_ZK zu hoch
0	0	0	0	0	1	0	0	4	0x04	Übertemperatur	Übertemperatur
0	0	0	0	1	0	0	0	8	0x08	U_ZK zu niedrig	U_ZK zu niedrig
0	0	0	1	0	0	0	0	16	0x10	Frequenzabweichung	Frequenzabweichung / Überlast
0	0	1	0	0	0	0	0	32	0x20	Synchronisationsfehler	Synchronisationsfehler
0	1	0	0	0	0	0	0	64	0x40	Über-/Unterspannung am Ausgang	Ausgang nicht spannungsfrei
1	0	0	0	0	0	0	0	128	0x80	Hardwarefehler	Hardwarefehler

Tab. 5: Fehlercodes

Überwachung der Ausgangsspannung (Inselbetrieb, Netzbetrieb)
Inselbetrieb: → „Ausgang nicht spannungsfrei"
Netzbetrieb: → „Über-/Unterspannung am Ausgang"

Vor dem Einschalten wird auf das Vorhandensein einer Spannung am Ausgang geprüft. Ist im Netzbetrieb keine Spannung vorhanden oder liegt im Inselbetrieb schon eine Spannung an, erfolgt eine Fehlerabschaltung.



Im Netzbetrieb wird weiterhin die Netzspannung überwacht. Weicht diese um +/- 15% vom Sollwert ab, erfolgt eine Fehlerabschaltung.

Hardwarefehler (Inselbetrieb, Netzbetrieb)
→ „Hardwarefehler“
Ein Hardwarefehler tritt entweder auf, wenn ein Problem in der Stromversorgung des Moduls aufgetreten ist, oder wenn die ZK-Überspannungsabschaltung eines anderen Moduls angesprochen hat und das Signal OC_EN an der Kommunikationsschnittstelle low ist.

Flexiva automation & Robotik GmbH
Weißbacher Straße 3
D – 09439 Amtsberg

5.2 Parametrierung

Die Parametrierung des Moduls kann nur über die serielle Schnittstelle erfolgen. Komfortabler lässt sich dies jedoch mit der Parametriersoftware „ModuleConfigSuite“ erledigen.

R lesen

W schreiben (parametrierbar)

E im EEPROM (EEP) gespeichert

B im eingeschalteten Zustand änderbar (mod_on=1)

5.2.1 Parameter und Messwerte für die Ausgangsseite (AC-Seite)

Parameter	**a_fsoll**	
Beschreibung	Sollwert Frequenz	
Erläuterung	Skalierung: 40Hz…70Hz -> 4000…7000	
Befehl	wf	**RW**

Parameter	**a_fsoll_f**	
Beschreibung	Sollwert Frequenz, Initialwert im EEPROM	
Erläuterung	Skalierung: 40Hz…70Hz -> 4000…7000	
Befehl	wg	**RW E**

Parameter	**a_fist**	
Beschreibung	Istwert Frequenz	
Erläuterung	Skalierung: 40Hz…70Hz -> 4000…7000	
Befehl	wh	**R**

Parameter	**a_phase**	
Beschreibung	Phasenlage Strom im Netzbetrieb (begrenzt auf ±40°) Leistung ins Netz: +→kapazitiv -→induktiv Leistung aus Netz: +→induktiv -→kapazitiv Phasenlage Spannung im Mehrphasenbetrieb	
Erläuterung	Skalierung: -180°…180° -> -1800…1800	
Befehl	wp	**RW**

Parameter	**a_phase_f**	
Beschreibung	Phasenlage Strom im Netzbetrieb Phasenlage Spannung im Mehrphasenbetrieb, Initialwert im EEPROM	
Erläuterung	Skalierung: -180°…180° -> -1800…1800	
Befehl	wq	**RW E**



Parameter	**a_isoll**	
Beschreibung	Sollwert Ausgangsstrom Netzbetrieb + → Leistung ins Netz - → Leistung aus Netz	
Erläuterung	Skalierung: -10A…10A -> -1000…1000	
Befehl	wi	**RW B**

Parameter	**a_isoll_f**	
Beschreibung	Sollwert Ausgangsstrom Netzbetrieb, Initi- alwert im EEPROM	
Erläuterung	Skalierung: -10A…10A -> -1000…1000	
Befehl	wj	**RW E**

Parameter	**a_iblind_soll**	
Beschreibung	Sollwert Blindstrom Netzbetrieb + → kapazitiver Blindstrom - → induktiver Blindstrom	
Erläuterung	Skalierung: -10A…10A -> -1000…1000	
Befehl	wk	**RW B**

Parameter	**a_iblind_soll_f**	
Beschreibung	Sollwert Blindstrom Netzbetrieb, Initial- wert im EEPROM	
Erläuterung	Skalierung: -10A…10A -> -1000…1000	
Befehl	wl	**RW E**

Parameter	**a_usoll**	
Beschreibung	Sollwert Ausgangsspannung	
Erläuterung	Skalierung: 0…260V -> 0…2600	
Befehl	wu	**RW B**

Parameter	**a_usoll_f**	
Beschreibung	Sollwert Ausgangsspannung, Initialwert im EEPROM	
Erläuterung	Skalierung: 0…260V -> 0…2600	
Befehl	wv	**RW E**

Parameter	**a_kri**	
Beschreibung	Innenwiderstand (für Parallelschaltung)	
Erläuterung	Skalierung: 0…26,1 Ohm -> 0…255	
Befehl	wz	**RW E**

Parameter	**a_ueff**	
Beschreibung	Effektivwert Ausgangsspannung, gemessen (vom Modul aus Messwert vor Relais)	
Erläuterung	Skalierung: 0…400V -> 0…4000	
Befehl	vu	**R**

Flexiva automation & Robotik GmbH
Weißbacher Straße 3
D – 09439 Amtsberg

Parameter	**n_ueff**	
Beschreibung	Effektivwert Netzspannung gemessen (vom Modul aus Messwert hinter Relais)	
Erläuterung	Skalierung: 0…400V -> 0…4000	
Befehl	vw	**R**

Parameter	**a_ieff**	
Beschreibung	Effektivwert Ausgangsstrom gemessen	
Erläuterung	Skalierung: 0…20A -> 0…2000	
Befehl	vi	**R**

Parameter	**a_p**	
Beschreibung	Leistung, Istwert + → Leistung wird an AC-Seite abgegeben - → Leistung wird von AC-Seite aufgenommen	
Erläuterung	Skalierung: -8000W…8000W -> -8000…8000	
Befehl	vp	**R**

Parameter	**a_udc**	
Beschreibung	DC-Anteil Ausgangsspannung	
Erläuterung	Skalierung: -1,524V…1,572V -> -1524…1527	
Befehl	vd	**R**

Parameter	**a_iampl**	
Beschreibung	Istamplitude Strom (Netzbetrieb)	
Erläuterung	Skalierung: -10Aeff…10Aeff -> -1000…1000	
Befehl	vj	**R**

Parameter	**a_uampl**	
Beschreibung	Istamplitude Spannung (Inselbetrieb)	
Erläuterung	Skalierung: 0…260V -> 0…2600	
Befehl	vv	**R**

5.2.2 Parameter und Messwerte für die Zwischenkreisseite

Normaler Spannungsbereich

Parameter	**zk_usoll**	
Beschreibung	Spannung, Sollwert unterer Regler	
Erläuterung	Skalierung: 350V…400V -> 3500…4000	
Befehl	zu	**RW B**



Parameter	**zk_usoll_f**	
Beschreibung	Spannung, Sollwert unterer Regler, Initialwert im EEPROM	
Erläuterung	Skalierung: 350V…400V -> 3500…4000	
Befehl	zv	**RW E**

Parameter	**zk_usollh**	
Beschreibung	Spannung, Sollwert oberer Regler	
Erläuterung	Skalierung: 350V…400V -> 3500…4000	
Befehl	zs	**RW B**

Parameter	**zk_usollh_f**	
Beschreibung	Spannung, Sollwert oberer Regler, Initialwert im EEPROM	
Erläuterung	Skalierung: 350V…400V -> 3500…4000	
Befehl	zt	**RW E**

Parameter	**zk_uist**	
Beschreibung	Spannung, Istwert Auflösung 0V…350V: 0,4 V Auflösung 350V…400V: ca. 0,07V	
Erläuterung	Skalierung: 0V…400V -> 0…4000	
Befehl	za	**R**

Voller Spannungsbereich

Parameter	**zk_usollv**	
Beschreibung	Spannung, Sollwert unterer Regler	
Erläuterung	Skalierung: 0V…400V -> 0…4000	
Befehl	zq	**RW B**

Parameter	**zk_usollv_f**	
Beschreibung	Spannung, Sollwert unterer Regler, Initialwert im EEPROM	
Erläuterung	Skalierung: 0V…400V -> 0…4000	
Befehl	zr	**RW E**

Parameter	**zk_usollvh**	
Beschreibung	Spannung, Sollwert oberer Regler	
Erläuterung	Skalierung: 0V…400V -> 0…4000	
Befehl	zo	**RW B**

Parameter	**zk_usollvh_f**	
Beschreibung	Spannung, Sollwert oberer Regler, Initialwert im EEPROM	
Erläuterung	Skalierung: 0V…400V -> 0…4000	
Befehl	zp	**RW E**

Flexiva automation & Robotik GmbH
Weißbacher Straße 3
D – 09439 Amtsberg

Parameter	**zk_uistv**	
Beschreibung	Spannung, Istwert Auflösung 0…400V: 0,4V	
Erläuterung	Skalierung: 0V…400V -> 0…4000	
Befehl	zb	**R**

Normaler / Voller Spannungsbereich

Parameter	**zk_umax_g**	
Beschreibung	Spanung, oberer Grenzwert	
Erläuterung	Skalierung: 0V…400V -> 0…4000 nicht benutzt	
Befehl	zm	**RW E**

Parameter	**zk_umin_g**	
Beschreibung	Spannung, unterer Grenzwert	
Erläuterung	Skalierung: 0V…400V -> 0…4000 nicht benutzt	
Befehl	zn	**RW E**

Parameter	**zk_ki**	
Beschreibung	Regler, I-Komponente	
Erläuterung	Parameterbereich: 0…1023 Übertragungsfunktion: G=VI/p VI: 0…602s-1 VI=zk_ki*4825Hz/8192	
Befehl	yi	**RW E**

Parameter	**zk_kp**	
Beschreibung	Regler, P-Komponente	
Erläuterung	Parameterbereich: 0…1024 Verstärkung: 0…4	
Befehl	yp	**RW E**

Parameter	**zk_kt**	
Beschreibung	Regler, Zeitkonstante	
Erläuterung	Parameterbereich: 0…1024 Übertragungsfunktion: G=1(1+pT) T: 212ms…0,21ms T=1024/(zk_kt*4825Hz)	
Befehl	yt	**RW E**

Parameter	**zk_uf**	
Beschreibung	Spannungsfenster für Verstärkungserhöhung	
Erläuterung	Parameterbereich: 0…150 Spannungsbereich: 0…±10V (normaler Spannungsbereich), 0…±15V (voller Spannungsbereich)	
Befehl	yf	**RW E**



Parameter	**zk_kv**	
Beschreibung	Verstärkungserhöhung außerhalb Spannungs- fenster	
Erläuterung	Parameterbereich: 0…255 Verstärkung: 0…16	
Befehl	yv	**RW E**

Parameter	**zk_fkkp**	
Beschreibung	Fallende Kennlinie, Verstärkung „Innenwiderstand“	
Erläuterung	Parameterbereich: 0…255 Verstärkung im Netzbetrieb: 0…13V/10Aeff (normaler Spannungsbereich) 0…20V/10Aeff (voller Spannungsbereich) Verstärkung im Inselbetrieb: 0…13,5V/2,3kW (normaler Spannungsbereich) 0…20,5V/2,3kW (voller Spannungsbereich)	
Befehl	yk	**RW E**

Parameter	**zk_fkkt**	
Beschreibung	Fallende Kennlinie, Filterzeitkonstante	
Erläuterung	Parameterbereich: 0…1024 Übertragungsfunktion: G=1(1+pT) T: 212ms…0,21ms T=1024/(zk_kt*4825Hz)	
Befehl	yz	**RW E**

5.2.3 Infos

Parameter	**mod_state**	
Beschreibung	Modul-Status	
Erläuterung	Fehlercodes: Siehe Tab. 5	
Befehl	is	**R**

Parameter	**mod_opmode**	
Beschreibung	Modul-Betriebsart	
Erläuterung	Betriebsarten: Siehe Tab. 3	
Befehl	im	**RW E**

Parameter	**-**	
Beschreibung	Modul-Typ	
Erläuterung	Modultyp: AC2	
Befehl	it	**R**

Parameter	**-**	
Beschreibung	Modul-Firmware	
Erläuterung	Softwarestand der Firmware	
Befehl	if	**R**

Flexiva automation & Robotik GmbH
Weißbacher Straße 3
D – 09439 Amtsberg

Parameter	**-**	
Beschreibung	Modul-Serien-Nr.	
Erläuterung	Seriennummer des Herstellers	
Befehl	in	**R**

Parameter	**-**	
Beschreibung	Modul-Fab.-Datum	
Erläuterung	Fabrikationsdatum	
Befehl	id	**R**

Parameter	**t_kk**	
Beschreibung	Temperatur Kühlkörper	
Erläuterung	Skalierung: –112..160°C -> -1120..1600	
Befehl	tk	**R**

5.2.4 Kommandos

Parameter	**mod_on**	
Beschreibung	Modul Ein / Aus	
Erläuterung	1: Ein 0: Aus	
Befehl	ce	**RW B**

Parameter	**err_quit**	
Beschreibung	Fehler quittieren	
Erläuterung	1: Fehler quittieren	
Befehl	cq	**RW B**

Parameter	**com_mode**	
Beschreibung	Kommunikationsmodus	
Erläuterung	0: ASCII kurz 1: ASCII lang	
Befehl	cc	**R B**



5.2.5 Oszilloskop

Für die Einstellung der Reglerparameter und zur Beobachtung im Betrieb ist in die Software eine Oszilloskopfunktionalität integriert. Mit dieser lassen sich Ausgangsspannung, Zwischenkreisspannung und Ausgangsstrom aufzeichnen. Es werden 13 Kanäle à 512 Werten mit einem Werteumfang von 16bit aufgezeichnet. Die mögliche Abtastfrequenz liegt im Bereich von 9,654 kHz und 37,9 Hz.
Der Kanal, auf den getriggert wird, lässt sich unabhängig vom aufgezeichneten Kanal wählen.
Die Werte werden nicht skaliert, d.h. es sind interne Rechengrößen.

Kanal		Beschreibung	Skalierter Bereich	Realer Bereich
0	**zk_uist**	ZK-Spannung normaler Spannungsbereich	5280 6040	350V 400V
1	**zk_uist_v**	ZK-Spannung voller Spannungsbereich	0 +4000	0V +400V
2	**i_aistb**	Ausggangsstrom Momentanwert, berechnet aus l1_iist und l2_iist	-2970 +2970	-20A +20A
3	**n_uist**	Momentanwert Netzspannung	-1952 +1952	-400V +400V
4	**a_uist**	Momentanwert Ausgangsspannung	-2014 2014	-400V +400V
5	**l1_iist**	Strom Drossel 1	-2120 1976	-19,9A +18,5A
6	**l2_iist**	Strom Drossel 2	-2120 1952	-19,9A +18,5A
7	**usoll**	Spannungssollwert (nur im Inselbetrieb)	-2014 2014	-400V 400V
8	**isoll**	Stromsollwert	-2120 2120	-19,9A +19,9A
9	**il1_soll_glob**	Stromsollwert Drossel 1 (identisch zu Drossel 2)	-2120 1976	-19,9A +18,5A
10	**sin_ampl**	Amplitude der Sollgröße: Spannung im Inselbetreib Strom im Netzbetrieb	-790 790 0 906	-10A 10A 0V 260V
11	**a_udc**	DC-Anteil Ausgangsspannung	-1952 1952	-1,5V 1,5V
12	**l1_soll_glob**	Spannungssollwert für Modulator	-2014 2014	-400V 400V

Parameter	**osz_ch**	
Beschreibung	Kanal	
Erläuterung	Parameterbereich: 0…12	
Befehl	ok	**RW B**

Parameter	**osz_ft**	
Beschreibung	Frequenzteiler	
Erläuterung	Takt: 9,654kHz/osz_ft 0 entspricht 9,654kHz	
Befehl	of	**RW B**

Flexiva automation & Robotik GmbH
Weißbacher Straße 3
D – 09439 Amtsberg

Parameter	**osz_tr**	
Beschreibung	Triggerwert	
Erläuterung	Triggerwert für alle Kanäle	
Befehl	ot	**RW B**

Parameter	**osz_tch**	
Beschreibung	Triggerkanal	
Erläuterung	Parameterbereich: 0…12	
Befehl	oc	**RW B**

Parameter	**osz_m**	
Beschreibung	Speichermodus	
Erläuterung	Siehe Tab. 6	
Befehl	om	**RW B**

Parameter: osz_m										
Bit								**Dec**	**Hex**	**Bedeutung**
7	**6**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**	**0**			
x	x	x	x	x	x	x	0	0	0x00	Triggern bei: Wert > Triggerwert
x	x	x	x	x	x	x	1	1	0x01	Triggern bei: Wert < Triggerwert
x	x	x	0	0	x	x	x	0	0x00	Triggerposition: 0 %
x	x	x	0	1	x	x	x	8	0x08	Triggerposition: 25%
x	x	x	1	0	x	x	x	16	0x10	Triggerposition: 50%
x	x	x	1	1	x	x	x	24	0x18	Triggerposition: 75%

Tab. 6: Betriebsarten Oszilloskop

Parameter	**osz_on**	
Beschreibung	Oszi Ein / Aus	
Erläuterung	Oszi Starten / Status	
Befehl	oe	**RW B**

Parameter	**-**	
Beschreibung	Oszi auslesen, nur den mit osz_ch gewählten Kanal	
Erläuterung	Auslesen der 512 Werte (ASCII, getrennt mit 0x0D 0x0A)	
Befehl	or	**R**

Parameter	**-**	
Beschreibung	Oszi auslesen, alle Kanäle	
Erläuterung	Auslesen aller Werte (ASCII, getrennt mit Leerzeichen, Zeilenende: 0x0D)	
Befehl	os	**R**



Parameter: osz_on										
Bit								Dec	Hex	Bedeutung
7	6	5	4	3	2	1	0			
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0x00	läuft nicht
x	x	x	x	x	x	x	1	1	0x01	läuft, wartet auf Trigger
x	x	x	x	x	x	1	x	2	0x02	läuft, getriggert
x	x	x	x	x	1	x	x	4	0x04	läuft, Vorlauf vor Triger

Tab. 7: Statuswerte Oszilloskop

Flexiva automation & Robotik GmbH
Weißbacher Straße 3
D – 09439 Amtsberg

5.3 ZK-Spannungsregelung

Messbereiche

Für die Zwischenkreisspannungsmessung und -regelung stehen zwei Spannungsmessbereiche zur Verfügung. Diese lassen sich mit Bit 3 des Parameters mod-opmode umschalten.

Ist Bit 3 gleich 0, so steht ein Spannungsbereich von 350V bis 400V mit einer Auflösung von ca. 0,07V zur Verfügung. Dieser Bereich empfiehlt sich in Verbindung mit anderen Komponenten des modularen Wandlersystems von Flexiva.

Ist Bit 3 gleich 1, so steht der volle Spannungsbereich von 0V bis 400V zur Verfügung, allerdings nur mit einer Auflösung von 0,4V. Dieser Bereich empfiehlt sich, wenn die ZK-Spannung kleiner als 355V werden kann. Zu beachten ist in diesem Fall, dass die ZK-Spannung größer als 1,4 multipliziert mit dem Effektivwert der Ausgangsspannung sein muss.

Spannungsregler

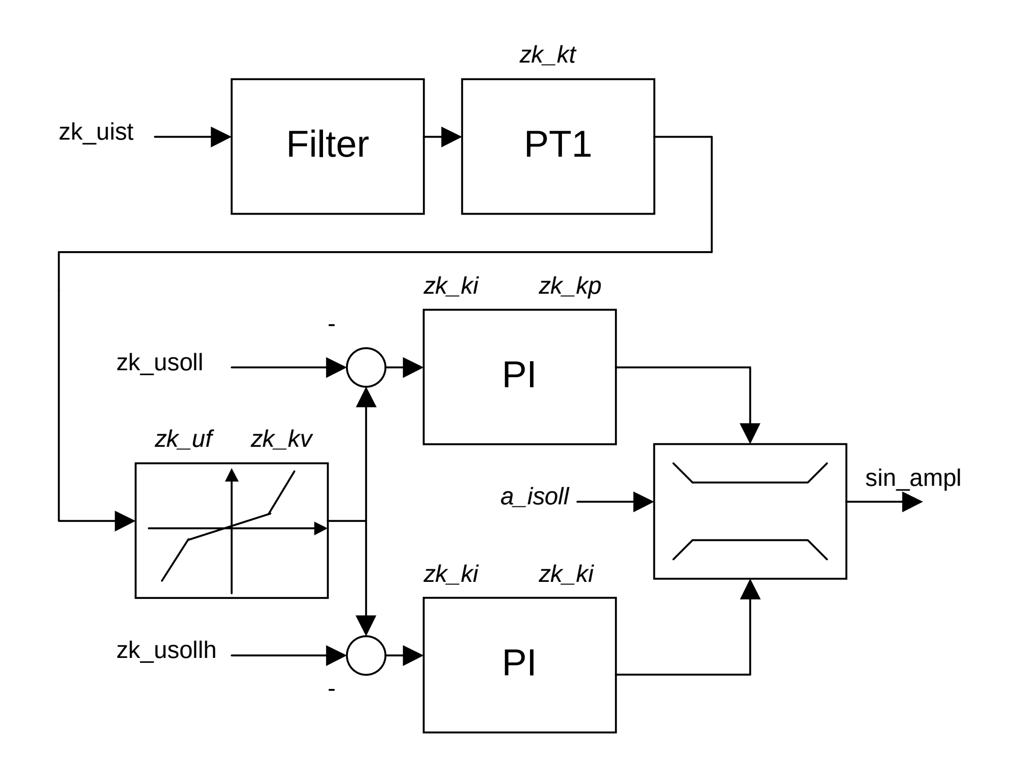


Abb. 5: Blockschaltbild der ZK-Spannungsregelung im Netzbetrieb



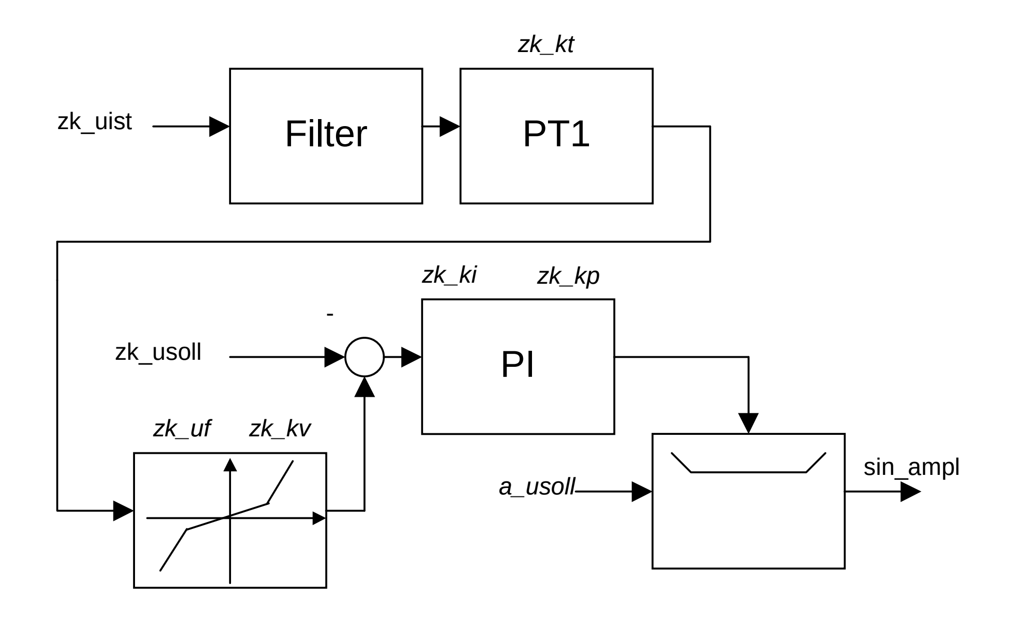


Abb. 6: Blockschaltbild der ZK-Spannungsregelung im Inselbetrieb

Die Zwischenkreisspannungsregelung ist digital realisiert und wie in den obigen Abbildungen dargestellt aufgebaut. Sie arbeitet wie folgt: Der ZK-Spannungsmesswert gelangt zunächst in einen Kammfilter, der die Welligkeit unterdrückt, die durch die pulsierende Leistung verursacht wird. Diese Welligkeit hat den doppelten Wert der Ausgangsfrequenz.

Dann folgt der Vergleich mit dem Sollwert und der PIT1-Regler. Um zusätzlich eine eventuell vorhandene Welligkeit der ZK-Spannung zu unterdrücken, die zu einer Verzerrung der Sinusform der Ausgangsspannung führen würde, lässt sich ein Spannungsfenster (zk_uf) definieren. Innerhalb dieses Spannungsfensters wird die Ist-Sollwertdifferenz nicht zusätzlich verstärkt. Außerhalb dieses Fensters wird die Differenz zusätzlich mit dem Faktor zk_kv verstärkt. Dadurch wird erreicht, dass im stationären Zustand eine Welligkeit auf der ZK-Spannung nur mit einer geringen Verstärkung auf die Ausgangsamplitude wirkt, was zu geringen Verzerrungen führt. Bei großen Abweichungen, z.B. Lastsprüngen, wird der Bereich der hohen Verstärkung erreicht, was zu einer schnellen Ausregelung führt.

Im Netzbetrieb sind zwei Zwischenkreisspannungsregler vorgesehen, ein oberer und ein unterer. Der obere Regler arbeitet, wenn die ZK-Spannung ihren Sollwert überschreitet und bewirkt, dass Leistung ins Netz abgegeben bzw. die aus dem Netz entnommene Leistung reduziert wird. Der untere Regler arbeitet, wenn die ZK-Spannung ihren Sollwert unterschreitet und bewirkt, dass Leistung aus dem Netz entnommen wird oder die ins Netz eingespeiste Leistung reduziert wird. .

Im Inselbetrieb wird nur ein ZK-Spannungsregler benutzt. Dieser reduziert die Ausgangsspannung, wenn sein Sollwert unterschritten wird.

Flexiva automation & Robotik GmbH
Weißbacher Straße 3
D – 09439 Amtsberg

Netzbetrieb

Im Netzbetrieb kann die Zwischenkreisspannungsregelung dazu eingesetzt werden, überschüssige Leistung ans Netz abzugeben oder mangelnde Leistung aus dem Netz zu entnehmen. Der Strom ist dabei auf den Maximalwert von 10Aeff begrenzt.

Liegt die Zwischenkreisspannung zwischen den beiden Sollwerten der Regler, wird der Ausgangsstrom durch den Stromsollwert (a_isoll) bestimmt.

Inselbetrieb

Im Inselbetrieb ist nur ein ZK-Spannungsregler aktiv. Dieser reduziert bei zu niedriger ZK-Spannung die Ausgangsspannung. Tritt allerdings dieser Zustand für mehr als 10s ein, erfolgt eine Abschaltung wegen Überlast.

Fallende Kennlinie

Bei der Benutzung der Zwischenkreisregelung bei parallelgeschalteten Modulen kommt es durch Toleranzen bei der Messung der ZK-Spannung zu ungleichmäßiger Lastverteilung. Um die Lastverteilung gleichmäßiger zu machen, kann eine fallende Kennlinie der ZK-Spannungsregelung eingestellt werden, die einen Innenwiderstand simuliert. Mit einem zusätzlichen Tiefpass lassen sich ungewollte höherfrequente Störungen unterdrücken.

Im Netzbetrieb wird der Ausgangsstrom (in Form des Sollwertes sin_ampl, Siehe Abb. oben) als Steuergröße benutzt. Je mehr Leistung von einer Quelle in den Zwischenkreis geschoben wird, umso größer wird der Ausgangsstrom, was zur Folge hat, dass der ZK-Spannungssollwert angehoben wird. Hält ein parallel geschaltetes Modul die ZK-Spannung auf einem leicht niedrigeren Wert, bedeutet das, dass der Strom dadurch reduziert wird. Dadurch wird die Lastverteilung gleichmäßiger.

Im Inselbetrieb wird die Ausgangsleistung als Steuergröße benutzt.

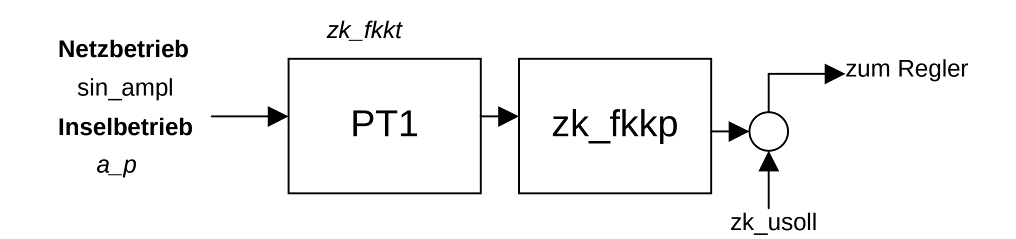


Abb. 7: Blockschaltbild fallende Kennlinie ZK-Spannungsregelung



5.4 Parallelschaltung

Netzbetrieb

Im Netzbetrieb können beliebig viele Module parallel geschaltet werden. Es ist nur zu beachten, dass ausgangsseitig jeweils N mit N und L mit L verbunden sind. Eine Verbindung von L mit N kann zur Beschädigung der Module führen.

Für jedes Modul können beliebige Stromsollwerte vorgegeben werden.

Soll die ZK-Spannungsregelung benutzt werden, so ist für gleichmäßige Leistungsverteilung bei allen parallelgeschalteten Modulen die gleiche fallende Kennlinie zu parametrieren. Hier empfiehlt es sich, zwischen Leerlauf und Volllast einen ZK-Spannungshub von ca. 5V einzustellen.

Inselbetrieb

Im Inselbetrieb müssen die parallelgeschalteten Module synchronisiert werden. Dazu muss der SYNC-OUT-Ausgang des Master-Moduls mit dem SYNC-IN-Eingang des nächsten Moduls verbunden werden. Dessen SYNC-OUT-Ausgang mit dem SYNC-IN-Eingang des folgenden usw..

Das Master-Modul wird für normalen Inselbetrieb parametriert (Bit 5=0). Die Slave-Module werden mit Bit 5=1 und Bit 6=0 in mod_opmode parametriert.

Die Ausgangsspannungssollwerte aller parallelgeschalteten Module müssen gleich parametriert werden. Auch die Phasenlage muss bei allen Modulen auf den selben Wert (empfohlen alle auf 0) parametriert werden. Zur Kompensation von Ausgleichsströmen aufgrund von Toleranzen kann nach der Inbetriebnahme mittels dieser beiden Parameter ein Feinabgleich vorgenommen werden. Dabei führt eine Änderung der Spannungssollwerte zum Fließen von Blindstrom, eine Phasenverschiebung hauptsächlich zu Wirkstrom.

Weiterhin kann ein Innenwiderstand definiert werden (Parameter a_kri), der zu einer gleichmäßigen Lastverteilung führt. Dieser sollte bei allen parallelgeschalteten Modulen gleich sein. Ist der normale PI-Regler gewählt (Bit 0=0 in mod_opmode) ist dieser nicht unbedingt erforderlich, da dieser Regler bei sinusförmigem Sollwert eine bleibende Regelabweichung hat. Ist der resonante PI-Regler gewählt (Bit 0=1 in mod_opmode) muss unbedingt ein Innenwiderstand parametriert werden.

Zuerst muss das Master-Modul eingeschaltet werden, dann die Slave-Module, welche vor ihrem Zuschalten die Phasenlage überprüfen. Eine Überprüfung der Spannung wird nicht durchgeführt, da, wenn am Anfang nur das Master-Modul in betrieb ist, dieses eventuell überlastet ist und die von diesem (dem Master) erzeugte Spannung zu niedrig sein könnte.

Flexiva automation & Robotik GmbH
Weißbacher Straße 3
D – 09439 Amtsberg

5.5 Mehrphasenbetrieb

Netzbetrieb

Im Netzbetrieb können die Module beliebig auf mehrere Phasen verteilt werden. Wichtig ist, dass alle N-Anschlüsse der Module mit dem N-Anschluss des Netzes verbunden sind. Ein Betrieb an Netzen ohne zugänglichen Sternpunkt ist nicht möglich.

Soll die ZK-Spannungsregelung benutzt werden, so ist für gleichmäßige Leistungsverteilung auf alle Phasen die fallende Kennlinie zu parametrieren. Hier empfiehlt es sich, zwischen Leerlauf und Volllast einen ZK-Spannungshub von ca. 5V einzustellen.

Inselbetrieb

Zum Aufbau eines mehrphasigen Inselnetzes müssen die Module synchronisiert werden. Dazu muss der SYNC-OUT-Ausgang des Master-Moduls mit dem SYNC-IN-Eingang des nächsten Moduls verbunden werden. Dessen SYNC-OUT- Ausgang mit dem SYNC-IN-Eingang des folgenden usw. Zu all diesen Modulen können natürlich noch Module zur Leistungserhöhung parallelgeschaltet werden. Diese müssen ebenfalls synchronisiert werden. Der Ausgang SYNC_OUT ist nach erfolgreicher Synchronisierung stets in Phase zu SYNC_IN.

Das Master-Modul wird für normalen Inselbetrieb parametriert (Bit 5=0). Die Slave - Module werden mit Bit 5=1 und Bit 6=1 in mod_opmode als solche parametriert.

Die Ausgangsspannungssollwerte müssen gleich parametriert werden. Die Phasenlage muss bei allen Modulen auf die gewünschte Phasenverschiebung parametriert werden, z.B. 0°,+120° und –120° bei einem dreiphasigen Netz.

5.6 Typische Anwendungsfälle / Parametrierungsbeispiele

Um das DC/AC-Modul in einer bestimmten Anordnung betreiben zu können, müssen einige Parameter richtig gesetzt werden. In den folgenden Beispielkonfigurationen finden sich nützliche Hinweise zur richtigen Parametrierung eines DC/AC-Moduls in Verbindung mit einem DC/DC-Modul vom Typ PM3Kxxx von Flexiva.

> ***Achtung***
>
> *Beim initialen Aufladen des Zwischenkreises muß dieser unbelastet sein, d.h. es dürfen keine zusätzlichen elektrischen Kapazitäten und / oder elektrische Lasten am Zwischenkreis angeschlossen sein.*



5.6.1 ZK-Spannungsmodi

Prinzipiell stehen bezüglich des Zwischenkreises 2 Spannungsbereiche zur Verfügung, der normale ZK-Spannungsbereich und der volle ZK-Spannungsbereich. Bei Verwendung des DC/AC-Moduls mit DC/DC-Modulen des Typs PM3Kxxx von Flexiva empfiehlt sich aus Kompatibilitätsgründen die Verwendung des normalen ZK-Spannungsbereiches, also der ZK-Bereich von 350…400V.

Für Anwendungen, bei denen eine andere Zwischenkreisspannung erforderlich ist, (gebildet z.B. unter Verwendung von Batterien), sollte der volle ZK-Spannungsbereich, also der ZK-Bereich von 0…400V, verwendet werden. Im Betrieb ist aus Effizienzgründen eine ZK-Spannung von über 100V zu empfehlen. Zu beachten ist, dass der Spitzenwert der Ausgangsspannung stets kleiner als die Zwischenkreisspannung sein muss. Bei einer ZK-Spannung von 100V ist somit eine maximale Ausgangsspannung von höchstens 70Veff möglich.

5.6.2 Parameter ZK-Spannungsregler

Folgende Parameter für den ZK-Spannungsregler führen in den meisten Fällen zu einem annehmbaren Verhalten. Eine Optimierung kann in bestimmten Fällen sinnvoll sein. Dabei hilft die Oszilloskopfunktion.

Befehl	Parameter	Empfohlene Werte
yi	zk_ki	65
yp	zk_kp	350
yt	zk_kt	1000
yf	zk_uf	50
yv	zk_kv	128
yk	zk_fkkp	0 bei nur einem Modul 100 bei Parallelbetrieb
yz	zk_fkkt	120 im Netzbetrieb 6 im Inselbetrieb ohne Einfluss wenn zk_fkkp=0

Flexiva automation & Robotik GmbH
Weißbacher Straße 3
D – 09439 Amtsberg

5.6.3 Einzelnes Modul am Netz

In Beispiel a) ist der Betrieb eines DC/AC-Moduls am Netz dargestellt. Die Zwischenkreisspannung wird von außen zugeführt. Je nach Spannungsbereich ist Bit 3 von mod_opmode zu setzen.

Liegt die ZK-Spannung zwischen zk_usoll und zk_usollh, ist kein ZK-Spannungsregler aktiv und der Strom kann beliebig mit dem Parameter a_isoll vorgegeben werden (+ → ins Netz). Dadurch wird natürlich die ZK-seitige Quelle bzw. Senke belastet, was zu einer Änderung der ZK-Spannung führen kann. Erreicht die ZK-Spannung den oberen bzw. unteren Sollwert, so wird der Ausgangsstrom vom Modul automatisch erhöht bzw. gesenkt.

Je nach Bit 4 in mod_opmode kann ein gewünschter Blindstrom als Phasenverschiebung (a_phase) oder als Blindstromsollwert (a_iblind_soll) vorgegeben werden.

a)	ZK / DC / AC / Netz	
Anwendung	beliebige Anwendung	
Parameter DC/AC-Modul am Netz	mod_opmode:	0b00000010=2 / 0b00001010=10 0b00010010=18 / 0b00011010=26
	zk_usoll/zk_usollv:	unterer Sollwert Zwischenkreisspannung, kleiner als minimal im System auftretende ZK-Spannung
	zk_usollh/zk_usollvh:	oberer Sollwert Zwischenkreisspannung, größer als maximal im System auftretende ZK-Spannung
	a_isoll: (+/-)	gewünschter Ausgangsstrom
	a_fsoll:	Netzfrequenz
	a_usoll:	Netzspannung
	a_phase/a_iblind_soll	Phasenlage / Blindstrom, je nach mod_opmode Bit 4

5.6.4 Einzelnes Modul am Netz mit DC/DC-Modul am ZK

In Verbindung mit einem DC/DC-Wandlermodul vom Typ PM3Kxxx von Flexiva kann das DC/AC-Modul als Netzfrontend für eine bidirektionale DC-Quelle/Senke dienen. In Verbindung mit einem Akku kann so z.B. eine Speichereinheit aufgebaut werden.



In Beispiel b) ist eine solche Speichereinheit dargestellt. Kann das DC/DC-Modul die ZK-Spannung auf seinem Sollwert (dieser liegt zwischen den beiden Sollwerten des DC/AC-Moduls) halten, so kann über den Parameter a_isoll der Stromsollwert beliebig eingestellt werden. Gerät das DC/DC-Wandlermodul an eine Stromgrenze oder ist die Ladeschlussspannung des Speichers erreicht, kann das DC-Modul die ZK-Spannung nicht mehr auf seinem Sollwert halten, und die ZK-Spannung läuft nach oben oder unten. Hier greift dann die ZK-Spannungsregelung des AC-Moduls ein und hält die Spannung auf zk_usoll oder zk_usollh.

Vom DC/DC-Wandlermodul wird nur die Ladeschlussspannung überwacht, d.h. die Entladeschlussspannung muss von extern überwacht werden. Die Reglerparameter des ZK-Spannungsreglers sind z.B. mit Hilfe der Oszilloskopfunktion so einzustellen, dass nur wenig Welligkeit aus dem Zwischenkreis auf die VS-Seite des DC/DC-Moduls und damit bis zum Speicher gelangt (→ Verstärkungen reduzieren).

b)	VS ZK ZK Akku — DC/DC — DC/AC — Netz	
Anwendung	Elektrischer Speicher	
Parameter DC/DC-Modul am Akku	mod_opmode:	0
	vs_imax:	+ gewünschte Stromgrenze
	vs_imin:	- gewünschte Stromgrenze
	zk_usoll:	Sollwert Zwischenkreisspannung
	vs_usoll:	Ladeschlussspannung des Speichers
Parameter DC/AC-Modul am Netz	mod_opmode:	0b00000010=2 / 0b00010010=18
	zk_usoll:	unterer Sollwert Zwischenkreisspannung, kleiner als ZK-Spannungssollwert des DC/DC-Wandermoduls (min. 5V Differenz)
	zk_usollh:	oberer Sollwert Zwischenkreisspannung, größer als ZK-Spannungssollwert des DC/DC-Wandermoduls (min. 5V Differenz)
	a_isoll:	gewünschter Ausgangsstrom
	a_fsoll:	Netzfrequenz
	a_usoll:	Netzspannung
	a_phase/a_iblind_soll	Phasenlage/ Blindstrom je nach mod_opmode Bit 4

Flexiva automation & Robotik GmbH
Weißbacher Straße 3
D – 09439 Amtsberg

5.6.5 Mehrere Module am Netz

Im Netzbetrieb können mehrere Module parallelgeschaltet oder auf mehrere Phasen verteilt werden. Beispiel c) zeigt eine solche Parallelschaltung. Ist die ZK-Spannung konstant und wird nicht von den AC-Modulen geregelt, so kann der Strom jedes AC-Moduls individuell über dessen Parameter a_isoll eingestellt werden. Soll die ZK-Spannung von den AC-Modulen geregelt werden, so ist es wichtig, bei allen Modulen die gleiche fallende Kennlinie für den ZK-Spannungsregler mit den Parametern zk_fkkp und zk_fkkt zu parametrieren, um eine gleichmäßige Leistungsverteilung zu erhalten.

c)

Anwendung	beliebige Anwendung	
Parameter DC/AC-Modul am Netz	mod_opmode:	0b00000010=2 / 0b00001010=10 0b00010010=18 / 0b00011010=26
	zk_usoll/zk_usollv:	unterer Sollwert Zwischenkreisspannung, kleiner als minimal im System auftretende ZK-Spannung
	zk_usollh/zk_usollvh:	oberer Sollwert Zwischenkreisspannung, größer als maximal im System auftretende Zwischenkreis spannung
	a_isoll:	gewünschter Ausgangsstrom
	a_fsoll:	Netzfrequenz
	a_usoll:	Netzspannung
	a_phase/a_iblind_soll	Phasenlage/ Blindstrom je nach mod_opmode Bit 4

5.6.6 Einzelnes Modul im Inselbetrieb

Beispiel d) zeigt den Einsatz des AC-Moduls im Inselbetrieb. Die Zwischenkreisspannungsregelung des AC-Moduls reduziert die Ausgangsspannung, wenn die Zwi-



schenkreisspannung den ZK-Sollwert des AC-Moduls zk_usoll bzw. zk_usollv unterschreitet. Das ist z.B. der Fall, wenn die Quelle es nicht mehr schafft, die Last zu versorgen. Dauert dieser Zustand länger als 10s, erfolgt eine Fehlerabschaltung wegen Unterspannung.

d)	VS ZK ZK Quelle — DC/DC — DC/AC — Last	
Anwendung	beliebige Anwendung	
Parameter DC/DC-Modul an Quelle	mod_opmode:	1
	vs_imax:	+ gewünschte Stromgrenze
	vs_imin:	0
	zk_usoll:	Sollwert Zwischenkreisspannung
	vs_usoll:	kleiner als minimale Spannung (der Quelle)
Parameter DC/AC-Modul an Last	mod_opmode:	0b00000000=0 oder 0b00000001=1 0b00001000=8 oder 0b00001001=9
	zk_usoll/zk_usollv:	Sollwert Zwischenkreisspannung, kleiner als minimal im System auftretende ZK-Spannung
	a_usoll:	gewünschte Ausgangsspannung
	a_fsoll:	gewünschte Frequenz

5.6.7 Parallelbetrieb im Inselbetrieb

In Beispiel e) ist die Parallelschaltung von mehreren Modulen im Inselbetrieb zu sehen. Das erste Modul (Master) wird normal für den Inselbetrieb parametriert. Bei den Slave-Modulen muss Bit 5 in mod_opmode gesetzt sein, damit sie sich über den SYNC_IN-Eingang synchronisieren können.

Wird in mod_opmode Bit 0=1 gesetzt und damit der resonante PI-Regler aktiviert, so muss für eine gleichmäßige Leistungsverteilung ein Innenwiderstand parametriert werden (Parameter a_kri). Die Ausgangsspannungssollwerte aller beteiligten DC/AC-Module müssen gleich parametriert werden. Auch die Phasenlage muss bei allen Modulen auf den selben Wert (empfohlen alle auf 0) parametriert werden.

Beim Einschalten ist zu beachten, dass zuerst das Master-Modul eingeschaltet wird und dann nach einer kurzen Wartezeit die Slave-Module zugeschaltet werden.

Flexiva automation & Robotik GmbH
Weißbacher Straße 3
D – 09439 Amtsberg

e)

ZK
MASTER
SLAVE
SLAVE
DC
AC
SYNC_OUT
SYNC_IN
N L
Last

Anwendung	beliebige Anwendung	
Parameter DC/AC-Modul am Netz	mod_opmode: (Master)	0b00000000=0 oder 0b00000001=1 0b00001000=8 oder 0b00001001=9
	mod_opmode: (alle Slaves)	0b00100000=32 oder 0b00100001=33 0b00101000=40 oder 0b00101001=41
	zk_usoll/zk_usollv:	Sollwert Zwischenkreisspannung, kleiner als minimal im System auftretende ZK-Spannung
	a_usoll:	gewünschte Ausgangsspannung → Muß bei allen Modulen gleich sein!
	a_fsoll:	gewünschte Frequenz
	a_phase:	0
	a_kri:	10 pro 1 Ohm, wenn Bit 0 in mod_opmode gesetzt ist



5.6.8 Mehrphasensystem im Inselbetrieb

Für den Aufbau eines mehrphasigen Inselsystems muss das Master-Modul für den normalen Inselbetrieb konfiguriert werden. Bei den Slave-Modulen müssen die Bits 5 und 6 in mod_opmode gesetzt sein. Bit 5 für die Synchronisierung über SYNC_IN, Bit 6 für den Mehrphasenbetrieb, bei dem vor dem Zuschalten weder das Vorhandensein von Spannung am Modul, noch die Phasenlage derselben überprüft wird. Die Ausgänge SYNC_OUT sind jeweils in Phase mit SYNC_IN, wenn die Synchronisation erfolgreich war. Die Phasenverschiebung der einzelnen Module wird über den Parameter a_phase festgelegt. Für ein 3-phasiges Netz müssen also die Winkel 0°, +120° und –120° parametriert werden.

f)

ZK
MASTER
SLAVE
SLAVE
DC
AC
SYNC_OUT
SYNC_IN
N L1
N L2
N L3
Last
3~

Anwendung	beliebige Anwendung	
Parameter DC/AC-Modul am Netz	mod_opmode: (Master)	0b00000000=0 oder 0b00000001=1 0b00001000=8 oder 0b00001001=9
	mod_opmode: (Slave)	0b01100000=96 oder 0b01100001=97 0b01101000=104 oder 0b01101001=105
	zk_usoll/zk_usollv:	Sollwert Zwischenkreisspannung, kleiner als minimal im System auftretende ZK-Spannung
	a_usoll:	gewünschte Ausgangsspannung
	a_fsoll:	gewünschte Frequenz
	a_phase:	0, +120° -120°

Flexiva automation & Robotik GmbH
Weißbacher Straße 3
D – 09439 Amtsberg

5.7 Fehlerbehandlung

Fehler quittieren, Ursache beseitigen, wieder einschalten



6 Programmierung / Parametrierung

6.1 Vorbemerkungen

Das DC/AC-Modul bietet eine komfortable Softwareschnittstelle. Alle Parameter / Kommandos / Messwerte können mittels eines einfachen ASCII-Protokolls geschrieben und/oder gelesen werden. Alle Modul-Variablen, egal ob diese nun einen Parameter, einen Messwert oder ein Kommando repräsentieren, sind mittels eines aus zwei Zeichen bestehenden Befehlskürzels ansprechbar. Dabei gibt das erste Zeichen die jeweilige Gruppenzugehörigkeit an, z.B. „z“ für die Spannungsparameter des Zwischenkreises, und das zweite Zeichen spezifiziert dann die konkrete Variable. Eine vollständige Auflistung aller Befehlskürzel ist Bestandteil dieser Dokumentation.

Als (Hardware-)Kommunikationsschnittstelle dient die serielle Schnittstelle des Moduls. Sie kann z.B. mit der RS232-Schnittstelle eines PCs verbunden werden. Folgende Einstellungen sind erforderlich:

Bits pro Sekunde	115200
Datenbits	8
Parität	keine
Stoppbits	1
Flusssteuerung	Keine

Tab. 8: Einstellungen RS232

Flexiva automation & Robotik GmbH
Weißbacher Straße 3
D – 09439 Amtsberg

6.2 Das verwendete ASCII-Protokoll

Die Übertragung der entsprechenden Kommandos im ASCII-Format folgt einem einfachen Schema. Alle an das Modul übertragenen Zeichen werden von diesem sofort ausgewertet und auf Gültigkeit innerhalb der entsprechenden Kommandosequenz überprüft. Konkret heißt das: Wird z.B. an einer bestimmten Stelle einer Kommandosequenz ein Vorzeichen erwartet, so akzeptiert das Modul nur die Zeichen Plus(+) oder Minus(-). Gültige Zeichen werden direkt gespiegelt (Ausnahmen: Steuerzeichen zur Protokollumschaltung und CR), ungültige Zeichen werden sofort verworfen. Mittels dieser Verfahrensweise erspart man sich ein aufwendiges Protokoll (Prüfsummen, Längenangaben etc.) und trotzdem können Fehleingaben minimiert werden.

6.2.1 Lesen / Schreiben

Grundsätzlich ist bzgl. der zum Modul zu sendenden Befehlssequenzen zwischen „Lesen“ und „Schreiben“ zu unterscheiden. Soll z.B. der in einer Modul - Variable gespeicherte Wert nur gelesen werden, so ist als Sequenz das entsprechende Kürzel, gefolgt von Return, zu senden. Soll in eine Variable ein neuer Wert gespeichert werden, so ist das entsprechende Kürzel, das Vorzeichen des neuen Wertes, der neue Wert selbst und Return zu senden.

Lesen	Schreiben
Befehlskürzel + CR	Befehlskürzel + Vorz. + neuer Wert + CR

Tab. 9: Befehlssequenzen allgemein

Die nachfolgende Übersicht listet alle möglichen Befehlskürzel für die Kommunikation mit dem Modul, geordnet nach Gruppen, auf. Gleichzeitig sind die Namen der entsprechenden Modulvariablen sowie Speicherort und Parametrierbarkeit ersichtlich.



Gruppe	Beschreibung	1. Kommando Zeichen	2. Kommando Zeichen	parame-trierbar	EEPROM	Parameter
Zwischenkreis	Spannung, normaler Bereich: Sollwert unterer Regler	z	u	x+		zk_usoll
(Zwischen-kreis-Seite)	Spannung, normaler Bereich: Sollwert unterer Regler, Initialwert im EEPROM	z	v	x	x	zk_usoll_f
	Spannung, normaler Bereich: Sollwert oberer Regler	z	s	x+		zk_usollh
	Spannung, normaler Bereich: Sollwert oberer Regler, Initialwert im EEPROM	z	t	x	x	zk_usollh_f
	Spannung, voller Bereich: Sollwert unterer Regler	z	q	x+		zk_usollv
	Spannung, voller Bereich: Sollwert unterer Regler, Initialwert im EEPROM	z	r	x	x	zk_usollv_f
	Spannung, voller Bereich: Sollwert oberer Regler	z	o	x+		zk_usollvh
	Spannung, voller Bereich: Sollwert oberer Regler, Initialwert im EEPROM	z	p	x	x	zk_usollvh_f
	Spannung, normaler Bereich: Istwert	z	a			zk_uist
	Spannung, voller Bereich: Istwert	z	b			zk_uistv
	Spannung: oberer Grenzwert (nicht benutzt)	z	m	x	x	zk_umax_g
	Spannung unterer Grenzwert (nicht benutzt)	z	n	x	x	zk_umin_g
	Regler: I-Komponente	y	i	x	x	zk_ki
	Regler: P-Komponente	y	p	x	x	zk_kp
	Regler: Zeitkonstante	y	t	x	x	zk_kt
	Spannungsfenster für Verstärkungserhöhung	y	f	x	x	zk_uf
	Verstärkungserhöhung außerhalb Spannungsfenster	y	v	x	x	zk_kv
	Fallende Kennlinie ("Innenwiderstand"), Verstärkung	y	k	x	x	zk_fkkp
	Fallende Kennlinie („Innenwiderstand“), Filterzeitkonstante	y	z	x	x	zk_fkkt
Ausgang	Frequenz: Sollwert	w	f	x		a_fsoll
(Komponen-ten-Seite)	Frequenz: Sollwert, Initialwert im EEPROM	w	g	x	x	a_fsoll_f
	Frequenz: Istwert	w	h			a_fist
	Phasenlage: Sollwert	w	p	x		a_phase
	Phasenlage: Sollwert, Initialwert im EEPROM	w	q	x	x	a_phase_f
	Strom: Sollwert	w	i	x+		a_isoll
	Strom: Sollwert, Initialwert im EEPROM	w	j	x	x	a_isoll_f
	Blindstrom: Sollwert	w	k	x+		a_iblind_soll
	Blindstrom: Sollwert, Initialwert im EEPROM	w	l	x	x	a_iblind_soll_f
	Spannung: Sollwert	w	u	x+		a_usoll
	Spannung: Sollwert, Initialwert im EEPROM	w	v	x	x	a_usoll_f
	Innenwiderstand: Sollwert	w	z	x	x	a_kri
	Spannung: Effektivwert Ausgangsspannung, Messwert	v	u			a_ueff
	Spannung: Effektivwert Netzspannung, Messwert	v	w			n_ueff
	Strom: Effektivwert, Messwert	v	i			a_ieff
	Leistung: Istwert	v	p			a_p
	Spannung: DC-Anteil	v	d			a_udc
	Strom: Istwert Amplitude (Netzbetrieb)	v	j			a_iampl
	Spannung: Istwert Amplitude (Inselbetrieb)	v	v			a_uampl
Temperatur	Kühlkörper	t	k			t_kk
Info	Modul-Status	i	s			mod_state
	Modul-Betriebsart	i	m	x	x	mod_opmode
	Modul-Typ-Nr.	i	t			
	Modul-Firmware	i	f			
	Modul-Serien-Nr.	i	n		x	
	Modul-Fab.-Datum	i	d		x	
Kommandos	Modul Ein / Aus	c	e	x+		mod_on
	Fehler quittieren	c	q	x		err_quit
	Kommunikationsmodus	c	c			com_mode
Oszi-Modus	Kanal	o	k	x+		osz_ch
	Frequenzteiler	o	f	x+		osz_ft
	Triggerwert	o	t	x+		osz_tr
	Triggerkanal	o	c	x+		osz_tch
	Speichermodus	o	m	x+		osz_m
	Oszi Ein / Aus	o	e	x+		osz_on
	Daten auslesen (nur den Kanal osz_ch)	o	r			
	Daten auslesen (alle Kanäle)	o	s			
x+ auch parametrierbar, wenn Modul eingeschaltet ist (mod_on=1)						

Tab. 10: Vollständige Übersicht aller Befehlskürzel

Flexiva automation & Robotik GmbH
Weißbacher Straße 3
D – 09439 Amtsberg

6.2.2 ASCII-lang / ASCII-kurz

Seitens der Modulantwort sind zwei Protokoll-Varianten möglich: „langes“ und „kurzes“ ASCII-Protokoll. ASCII-lang eignet sich insbesondere für die manuelle Befehlseingabe, z.B. unter Verwendung eines Terminalprogramms wie „HyperTerminal“ vom Windows. Ist dieses Protokoll eingestellt, sendet das Modul alle Hinweise und (Fehler-) Meldungen im Klartext und sorgt mittels Übermittlung von CR- und NL-Steuerzeichen an entsprechenden Stellen für eine übersichtliche Darstellung im Terminalprogramm.

Das Protokoll ASCII-kurz hingegen sollte Verwendung finden, wenn die Befehlsübergabe aus einer anderen Software heraus, wie z.B. der Software „ModuleConfigSuite“ von Flexiva, erfolgen soll. Ist dieses Protokoll eingestellt, so werden alle Hinweise und (Fehler-) Meldungen im Klartext unterdrückt. Im Fehlerfall erfolgt lediglich die Übertragung von Fehlercodes.

	ASCII-lang	**ASCII-kurz**
Ohne Fehler	- Befehlskürzel + CR + NL - Vorz. + ausgelesener Wert + CR + NL - „OK“ + CR + NL + NL	- Befehlskürzel + CR - Vorz. + ausgelesener Wert + CR
Mit Fehler	- Befehlskürzel + CR + NL - Fehlercode + CR + NL - Fehlertext + CR + NL + NL	- Befehlskürzel + CR - Fehlercode + CR

Tab. 11: ***Modulantwort beim Lesen eines Parameters / Wertes***

	ASCII-lang	**ASCII-kurz**
Ohne Fehler	- Befehlskürzel + Vorz. + neuer Wert + CR + NL - Vorz. + rückgelesener Wert + CR + NL - „OK“ + CR + NL + NL	- Befehlskürzel + Vorz. + neuer Wert + CR - Vorz. + rückgelesener Wert + CR
Mit Fehler	- Befehlskürzel + Vorz. + neuer Wert + CR + NL - Fehlercode + CR + NL - Fehlertext + CR + NL + NL	- Befehlskürzel + Vorz. + neuer Wert + CR - Fehlercode + CR

Tab. 12: ***Modulantwort beim Schreiben eines Parameters / Wertes***

Die Umschaltung zwischen beiden Protokollvarianten erfolgt durch Voranstellen eines Steuerzeichens vor die jeweils erste Kommandosequenz. Das Steuerzeichen kann auch separat gesendet werden. Die jeweilige Protokoll-Einstellung bleibt bis zur nächsten Protokollumschaltung bzw. bis zum nächsten Neustart (Versorgungsspannung weg) oder Reset des Moduls erhalten. Standardmäßig ist ASCII-kurz eingestellt.

Protokoll-Variante	**Steuerzeichen zum Modul**
ASCII-kurz	$
ASCII-lang	%

Tab. 13: ***Protokollumschaltung***



6.2.3 Konkretes Beispiel

Zur Erläuterung der vorherigen Abschnitte seien im Folgenden, an einem konkreten Beispiel, die zum Modul zu übertragenden Befehlssequenzen und die entsprechenden Antworten des Moduls aufgeführt. Behandelt wird der Fall ohne Fehler.
Die Modul-Variable zk_umin_g soll ausgelesen und es soll ein neuer Wert in ihr gespeichert werden. Das entsprechende Kürzel ist „zn“, der alte Wert in der Variable sei „+3500“ und der neue Wert sei „+3600“. Folgende Kommunikation mit dem Modul ergibt sich für die beiden ASCII-Modi:

Zum Modul																							
ASCII	%	z	n	CR																			
HEX	25	7A	6E	0D																			
Vom Modul																							
ASCII		z	n	CR	NL	+	3	5	0	0	CR	NL	O	K	CR	NL	NL						
HEX		7A	6E	0D	0A	2B	33	35	30	30	0D	0A	4F	4B	0D	0A	0A						

Tab. 14: Lesen ASCII-lang

Zum Modul																							
ASCII	$	z	n	CR																			
HEX	24	7A	6E	0D																			
Vom Modul																							
ASCII		z	n	CR	+	3	5	0	0	CR													
HEX		7A	6E	0D	2B	33	35	30	30	0D													

Tab. 15: Lesen ASCII-kurz

Zum Modul																						
ASCII	%	z	n	+	3	6	0	0	CR													
HEX	25	7A	6E	2B	33	36	30	30	0D													
Vom Modul																						
ASCII		z	n	+	3	6	0	0	CR	NL	+	3	6	0	0	CR	NL	O	K	CR	NL	NL
HEX		7A	6E	2B	33	36	30	30	0D	0A	2B	33	36	30	30	0D	0A	4F	4B	0D	0A	0A

Tab. 16: Schreiben ASCII-lang

Zum Modul																							
ASCII	$	z	n	+	3	6	0	0	CR														
HEX	24	7A	6E	2B	33	36	30	30	0D														
Vom Modul																							
ASCII		z	n	+	3	6	0	0	CR	+	3	6	0	0	CR								
HEX		7A	6E	2B	33	36	30	30	0D	2B	33	36	30	30	0D								

Tab. 17: Schreiben ASCII-kurz

Flexiva automation & Robotik GmbH
Weißbacher Straße 3
D – 09439 Amtsberg

6.2.4 Fehlermeldungen während der Kommunikation

Alle im Modul eingehenden Sequenzen werden sofort überprüft und verarbeitet. Folgende Fehler können während des Lesens / Schreibens auftreten, wobei diese Fehler ausschließlich den Parametriervorgang betreffen und nicht zu verwechseln sind mit den Fehlern, die während des Betriebes des Moduls auftreten können und in der Statusvariable mod_state verschlüsselt sind (Tab. 5):

Fehlercode	Bedeutung im Klartext
E0	Reserve
E1	Reserve
E2	Unbekanntes Modul-Kommando
E3	Wert außerhalb Wertebereich
E4	Wert ist nur lesbar
E5	Gerät muss ausgeschaltet sein
E6	Nicht benutzt
E7	Nicht benutzt
E8	Min-Wert muss kleiner als Max-Wert sein

Tab. 18: Fehlermeldungen



6.3 Kommunikation mittels Terminal-Software

Aufgrund der Nutzung eines ASCII-Protokolls für die Kommunikationsschnittstelle ist eine Kommunikation mit dem Modul mittels jeder beliebigen Terminal-Software möglich. Exemplarisch sei hier das in den älteren (vor Windows7) Windows-Versionen standardmäßig vorhandene HyperTerminal genannt (Siehe Abb. 8). Natürlich ist auch jede andere Software einsetzbar (Freeware, selbst entwickelte Software), mit welcher eine bidirektionale serielle Kommunikation möglich ist. Für die Nutzung einer Terminal-Software empfiehlt sich die Protokolleinstellung ASCII-lang.

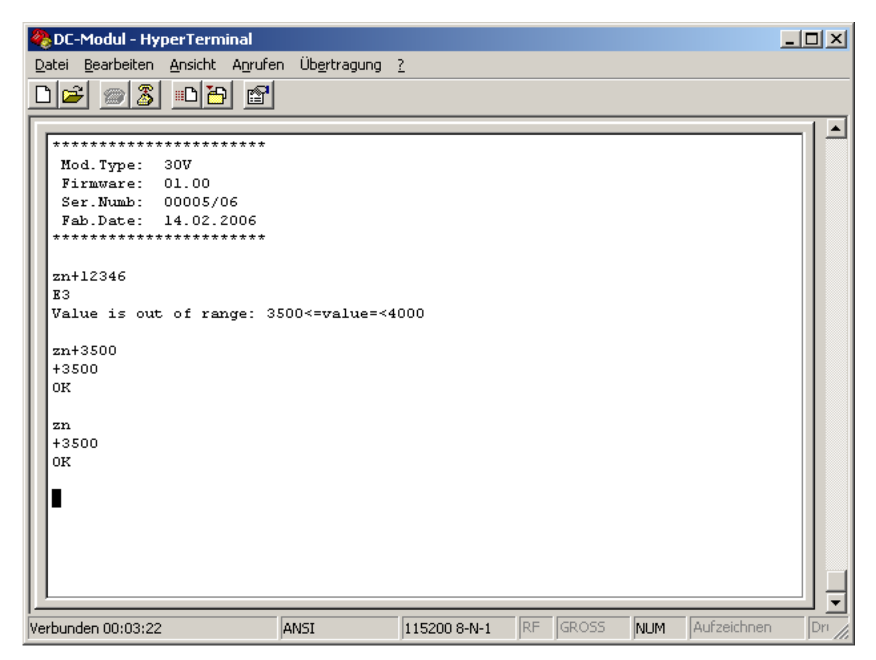


Abb. 8: ***Modulparametrierung mittels Terminal-Software***

6.4 Kommunikation mittels ModuleConfigSuite

Eine weitere und wesentlich komfortablere Möglichkeit besteht in der Nutzung der Windows-Software „ModuleConfigSuite“ aus dem Hause Flexiva, welche standardmäßig im Lieferumfang des DC/AC-Moduls enthalten ist. Diese ermöglicht komfortable Kommunikation und geschlossenen Zugriff (Parametrieren / Monitoren / Speichern) auf alle Variablen (Parameter / Kommandos / Messwerte) jedes Einzelmoduls. Es besteht weiterhin die Möglichkeit der gleichzeitigen Kommunikation mit bis zu 4 Modulen. Die ModuleConfigSuite benutzt die Protokolleinstellung ASCII-kurz.

Flexiva automation & Robotik GmbH
Weißbacher Straße 3
D – 09439 Amtsberg

7 Die Parametriersoftware „ModuleConfigSuite“

7.1 Vorbemerkungen

Zusammen mit dem Modul wird eine Windows-Software für den PC ausgeliefert. Diese dient der komfortablen Parametrierung und Visualisierung aller Parameter / Kommandos / Messwerte sowie zur Aufzeichnung ausgewählter Daten auf dem PC. Im Folgenden werden Details zur Funktion und Bedienung dieser Software erläutert.

Systemvoraussetzungen

Hardware:
- handelsüblicher PC mittlerer Leistung und RS232-Schnittstelle

Betriebsystem:
- MS Windows (ab Windows XP SP2)

7.2 Installation

Die Installation der Software erfolgt genauso wie die jeder herkömmlichen Windows-Software auch:

1. Datenträger einlegen
2. Installation beginnen mittels Start der Datei **setup.exe**
3. Anweisungen des Installationsprogramms folgen (Pfadeingabe usw.)
   a. Installationsschritt zurück mittels Klick auf "**Zurück"**
   b. Installation abbrechen mittels Klick auf **Abbrechen**
4. Installation beenden mittels Klick auf **Fertigstellen**

7.3 Deinstallation

Soll die Software von der Festplatte entfernt werden, gehen Sie wie folgt vor:

1. Öffnen Sie das **Start-Menü** von Windows.
2. Rufen Sie die **Systemsteuerung** auf.
3. Klicken Sie in der Systemsteuerung auf das Symbol **Software**.
   Eine Liste der vorhandenen Programme wird angezeigt.
4. Wählen Sie aus der Liste das Symbol für **ModuleConfigSuite** aus.
5. Klicken sie auf **Entfernen**. Die Software wird nun deinstalliert.



7.4 Softwarebeschreibung

7.4.1 Überblick

Nach dem Start der Software und erfolgreichem Verbindungsaufbau zu einem oder mehreren Modulen (Klick auf „Verbinden!" in der Menüzeile) wird folgendes Fenster angezeigt, in welchem eine Dreiteilung in eine Menüzeile, eine Buttonleiste direkt unter der Menüzeile und dem restlichen Anzeigebereich erkennbar ist. Es werden nur die Module angezeigt, mit denen eine Verbindung hergestellt werden soll (Siehe Abschnitt „Auswahl und Zuordnung der Schnittstellen") und eine Verbindung erfolgreich aufgebaut werden konnte.

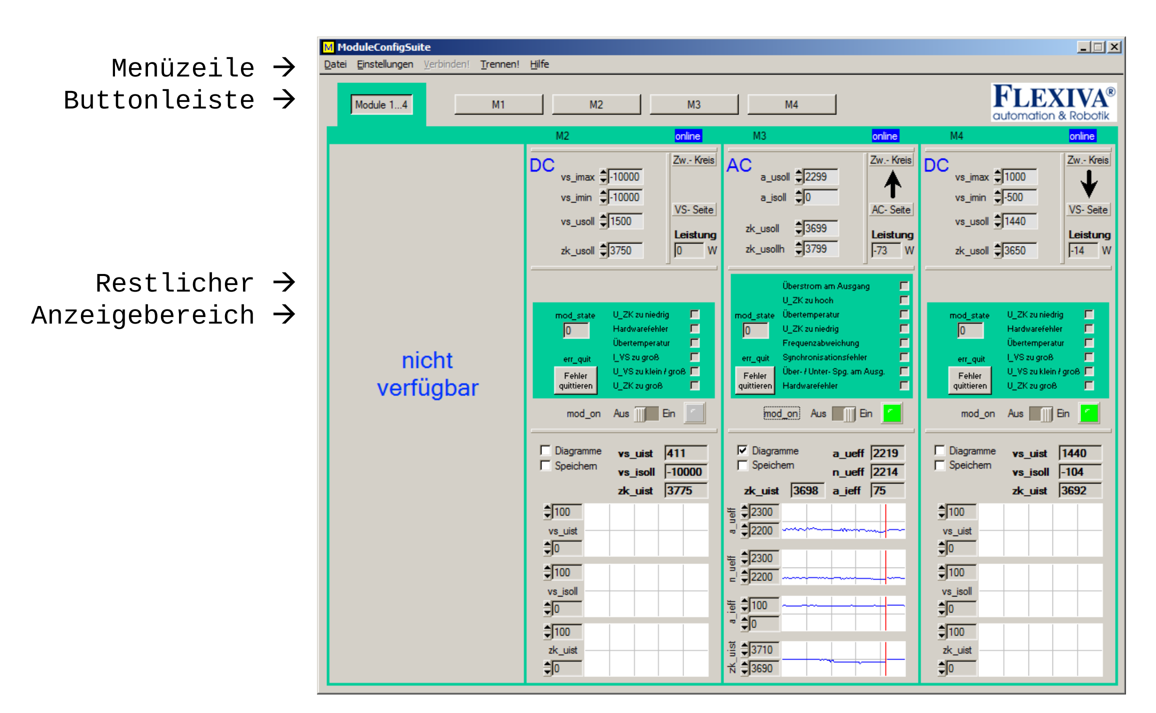


Abb. 9: Prinzipieller Aufbau der Software

7.4.2 Single-Modus / Multi-Modus

Grundsätzlich unterscheidet die Software zwei Modi, den sog. „Single" – Modus zur Kommunikation mit nur einem einzelnen Modul und den sog. „Multi" – Modus zur gleichzeitigen Kommunikation mit bis zu 4 Modulen. Im Single-Modus ist ein Zugriff auf sämtliche, im Multi-Modus nur auf ausgewählte Parameter des entsprechenden Moduls möglich. Im Single-Modus werden Zusätzlich das digitale Typenschild und Temperaturwerte des entsprechenden Moduls ausgelesen und visualisiert. Weiterhin stehen noch eine Oszilloskopfunktion und eine Auswahlhilfe für die Festlegung der Betriebsart (mod_opmode) zur Verfügung. Die Umschaltung zwischen den Modi erfolgt mittels der Buttons im oberen Fensterbereich. Nach dem Start der Software ist automatisch der Multi-Modus eingestellt.

Flexiva automation & Robotik GmbH
Weißbacher Straße 3
D – 09439 Amtsberg

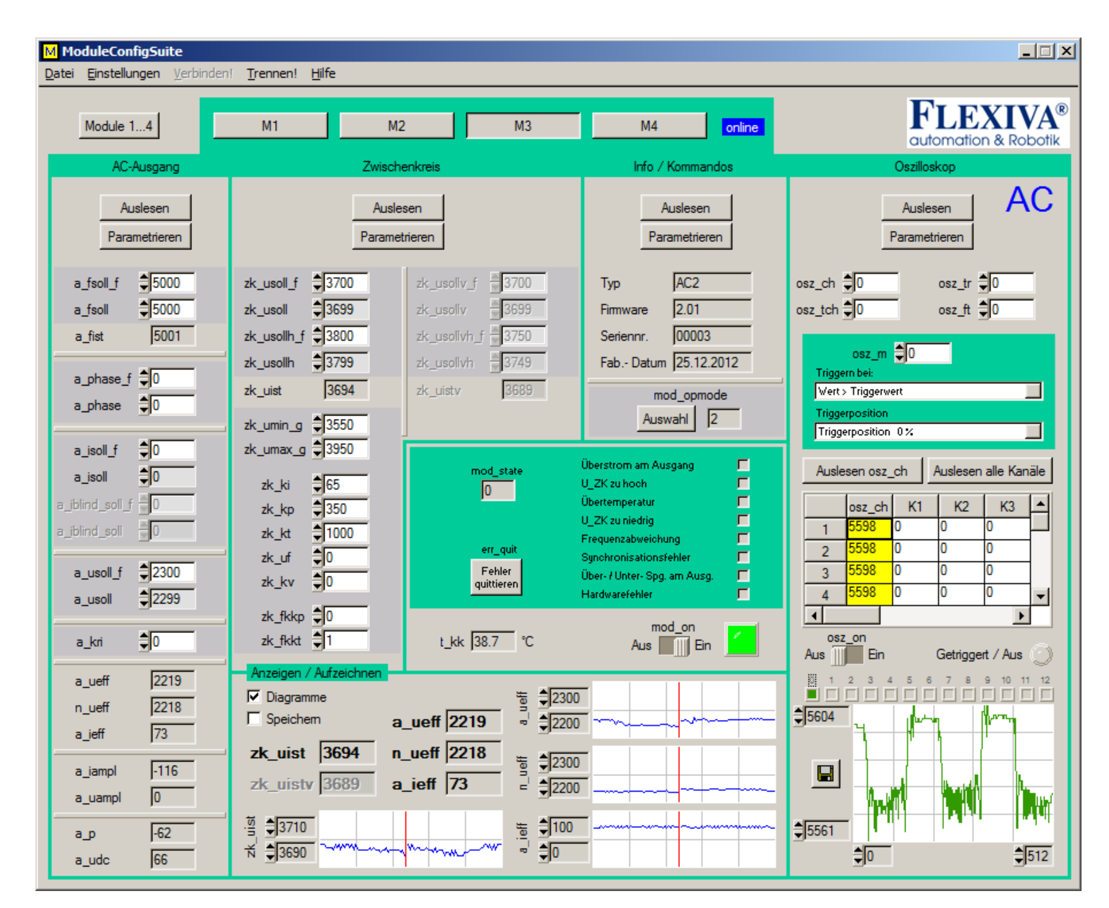


Abb. 10: Single-Modus / Modul 3

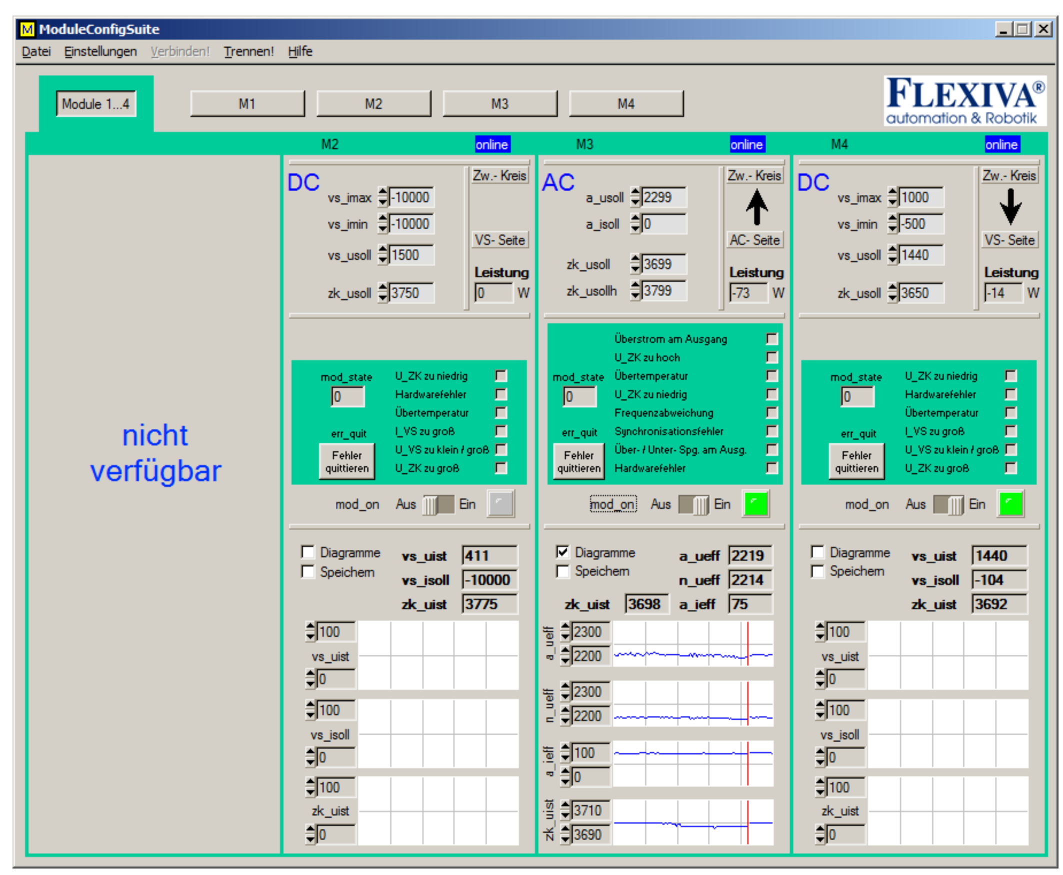


Abb. 11: Multi-Modus



7.4.3 Gruppierungen mittels Farben / Hinterlegungen

Wegen der großen Anzahl von gleichzeitig darzustellenden Informationen und der Verschiedenheit der zu verarbeitenden Eingaben erwies sich der Einsatz von unterschiedlichen Farben zur logischen Gruppierung als vorteilhaft. Die Legende mit einer Erläuterung der Farben lässt sich nach Anwahl des Menüpunktes „Hilfe → Farbcodes“ aufrufen.

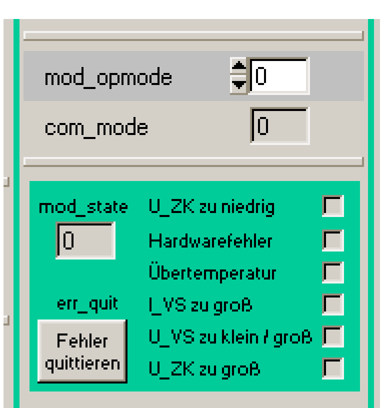


Abb. 12: Beispiel für Gruppierungen

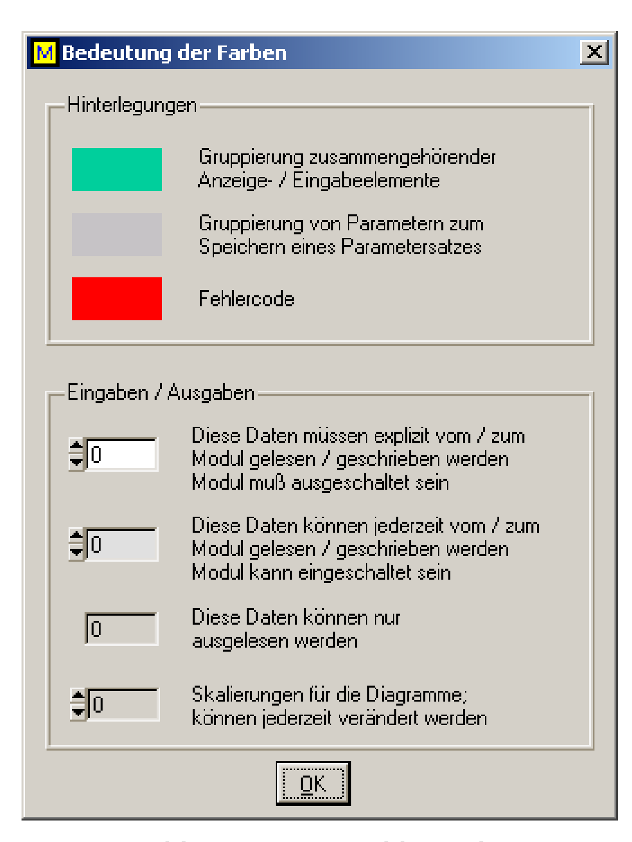


Abb. 13 : Farblegende

Flexiva automation & Robotik GmbH
Weißbacher Straße 3
D – 09439 Amtsberg

7.4.4 Bedeutung der Fehlercodes

Alle Daten, die z.B. mittels Klick auf einen der Buttons „Parametrieren“ im Single-Modus ans Modul übertragen werden, werden dort sofort auf Gültigkeit überprüft. Im Fehlerfall wird der entsprechende Fehlercode in einem roten Feld direkt neben dem entsprechenden Anzeige- / Eingabeelement eingetragen.

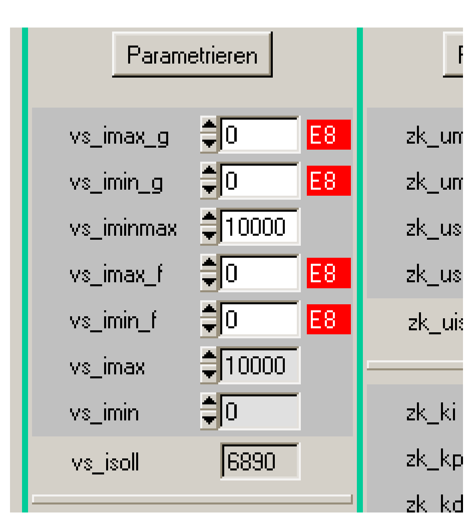


Abb. 14: Beispiel Fehlercodes

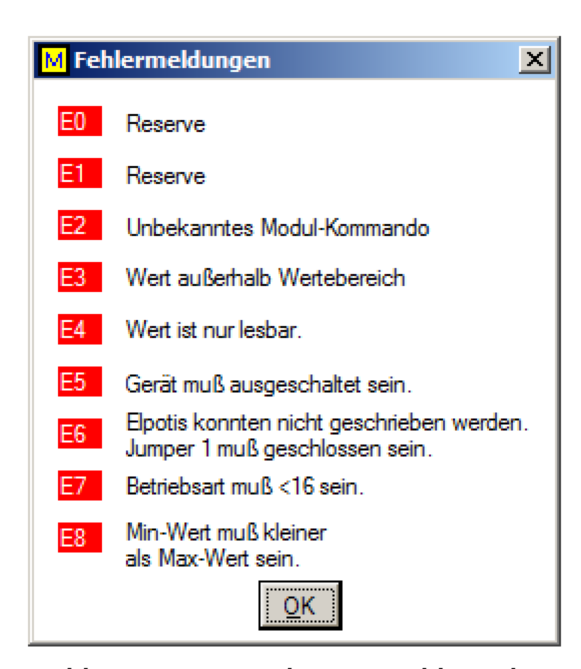


Abb. 15: Bedeutung Fehlercodes

Eine Legende mit der Bedeutung der Fehlercodes lässt sich durch Anwahl des Menüpunktes „Hilfe → Fehlercodes“ aufrufen.

7.4.5 Auswahl und Zuordnung der Schnittstellen

Die Auswahl der Schnittstellen und deren Zuordnung zu den Modulen erfolgt durch Anwahl des Menüpunktes „Einstellungen → Verbindung“. Je nach Typ des Modulträgers stehen dabei unterschiedliche Möglichkeiten zur Verfügung. Beim Modulträger vom Typ 1 erfolgt die Kommunikation mittels 4 getrennter RS232-Schnittstellen (für jedes Modul eine). Der Modulträger vom Typ 2 benötigt lediglich nur eine einzige RS232 für die Kommunikation mit allen Modulen (wird im Modulträger gemultiplext).

Neben der Zuordnung der Schnittstellen muss im Konfigurationsdialog auch noch explizit mittels eines Häkchens festgelegt werden, ob mit dem entsprechenden Modul kommuniziert werden soll. Dies bietet die Möglichkeit, einzelne Module in die Kommunikation einzubeziehen oder nicht.

Bei der Auswahl und Zuordnung der RS232-Schnittstellen erfolgen Tests auf Vorhandensein im PC und/oder Verfügbarkeit.



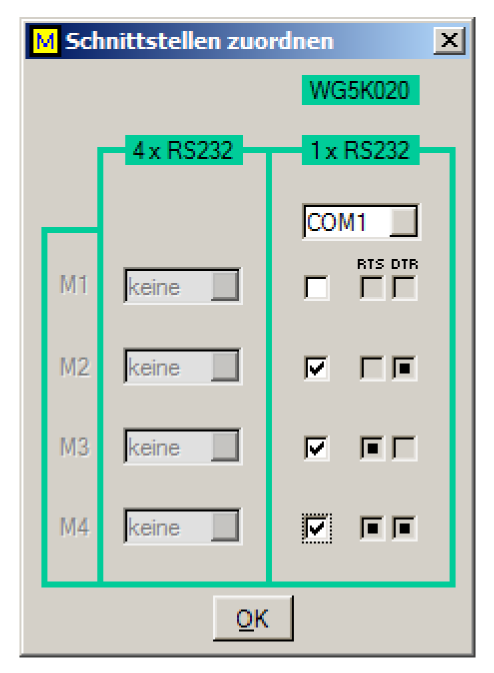


Abb. 16: Zuordnung der RS232-Schnittstellen

Achtung: Es erfolgt nur ein Test der gewählten Schnittstellen und deren Zuordnung zu den Modulen. Die Datenverbindung zu den Modulen wird erst nach Auswahl des Menüpunktes „Verbinden!“ aufgebaut.

7.4.6 Verbinden / Trennen

Durch Anwahl des Menüpunktes „Verbinden!“ besteht die Möglichkeit des Aufbaus einer Datenverbindung zu dem entsprechenden Modul (Single-Modus) bzw. zu den Modulen (Multi-Modus). Im Single-Modus werden nach erfolgreichem Verbindungsaufbau alle Daten einmal komplett aus dem gewählten Modul ausgelesen und in die entsprechenden Felder der Bildschirmmaske eingetragen. Im Multi-Modus werden nach erfolgreichem Verbindungsaufbau nur die relevanten Daten ausgelesen und in die entsprechenden Felder der Bildschirmmaske eingetragen. Eine Anwahl des Menüpunktes „Trennen!“ unterbricht die Verbindung(en) wieder.

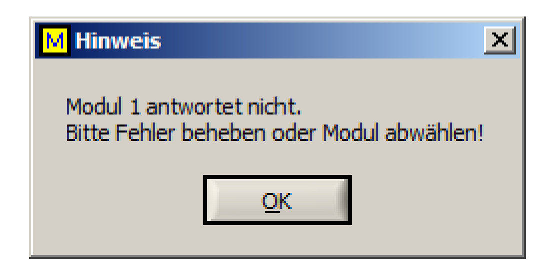


Abb. 17: Hinweis bei Verbindungs-Unterbrechung

Flexiva automation & Robotik GmbH
Weißbacher Straße 3
D – 09439 Amtsberg

Sowohl beim Verbindungsaufbau als auch bei bestehender Verbindung erfolgt deren ständige Überwachung. Kommt kein Verbindungsaufbau zustande bzw. wird die Verbindung unterbrochen, so erfolgt ein entsprechender Hinweis.

7.4.7 Speichern / Laden von Parametersätzen

Im Single-Modus besteht die Möglichkeit der dauerhaften Abspeicherung von Parametersätzen auf Festplatte bzw. des Ladens von auf Festplatte gespeicherten Parametersätzen. Nach Aufruf der Menüpunkte „Datei → Laden Parametersatz“ bzw. „Datei → Speichern Parametersatz“ werden die entsprechenden Dialoge zum Laden und Speichern Dateien aufgerufen. Die Parameterdateien besitzen ein spezielles Format, welches nur von der ModuleConfigSuite gelesen und geschrieben werden kann. Sie haben standardmäßig die Dateierweiterung *._ac2.

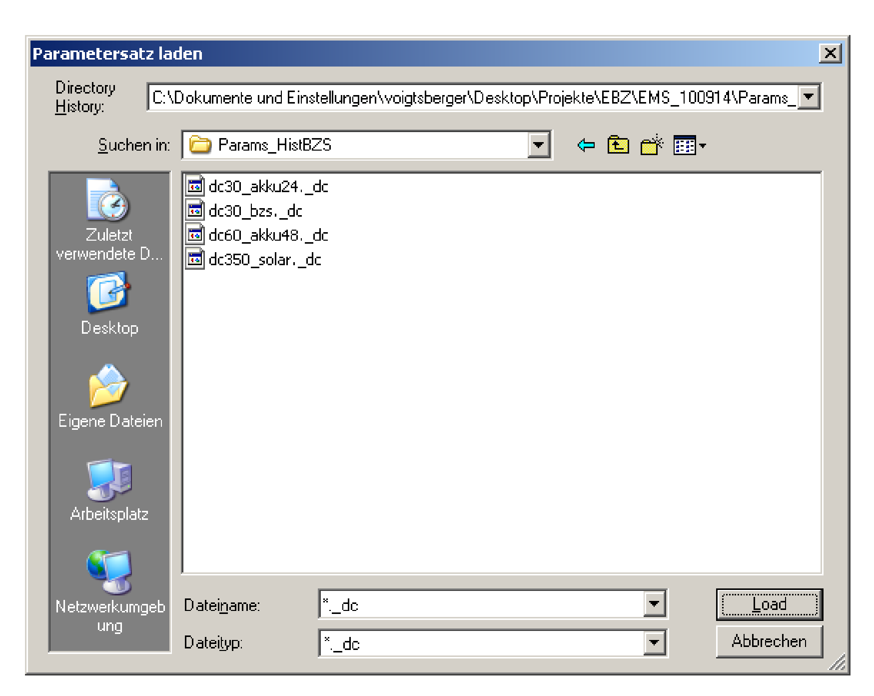


Abb. 18: Dialog zum Laden von Parametersatz-Dateien

Beim Laden einer solchen Datei von Festplatte werden alle Parameter sofort in die entsprechenden Felder eingetragen. Umgedreht werden beim Speichern der Parameter in eine solche Datei nur die entsprechenden Felder ausgelesen. Berücksichtigt werden nur solche Felder mit der entsprechenden farblichen Hinterlegung.

7.4.8 Auslesen / Parametrieren

Das Auslesen aller relevanten Daten aus dem Modul bzw. den Modulen erfolgt automatisch beim Umschalten zwischen den beiden Hauptmodi Single- und Multi-Modus (Buttons: „Module 1…4“ und „M1“ … „M4“) oder beim Verbindungsaufbau („Verbinden!“). Im Single-Modus werden dabei alle Daten aus dem angewählten Modul aus-

gelesen und in die entsprechenden Felder der Bildschirmmaske eingetragen, im Multi-Modus nur die relevanten. Voraussetzung ist in beiden Modi eine bestehende Datenverbindung zu dem entsprechenden Modul bzw. den entsprechenden Modulen.
Im Single-Modus besteht weiterhin die Möglichkeit, mittels Klick auf einen der Buttons „Auslesen“ oder „Parametrieren“ das Auslesen der Daten aus dem Modul bzw. das Speichern von Daten in das Modul explizit auszulösen. Berücksichtigt werden dabei nur die Daten der entsprechenden Spalte (z.B. „Zwischenkreis“).

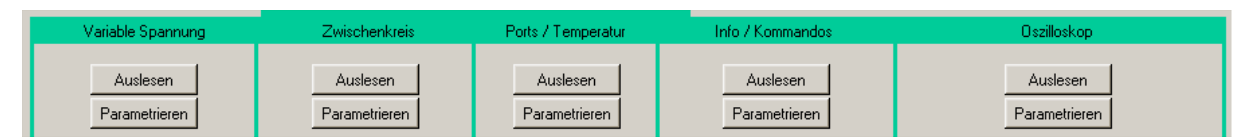


Abb. 19: Buttons zum Auslesen / Parametrieren im Single-Modus

Sowohl im Single- als auch im Multi-Modus werden einige Daten sofort nach ihrer Eingabe / Veränderung übertragen (Siehe Farblegende). Insbesondere sind dies die Parameter: a_isoll, a_usoll, zk_usoll (zk_usollv) und zk_usollh (zk_usollvh).

7.4.9 Daten- Visualisierung / Aufzeichnung

Sowohl im Single- als auch im Multi-Modus erfolgt bei bestehender Verbindung ein ständiges Auslesen und Visualisieren der Parameter a_ueff, n_ueff, a_ieff, zk_uist (zk_uistv) und mod_state mit einer Übertragungsrate von ca. 10 Hz. Sind darüber hinaus die Eingabefelder „Diagramme“ und „Speichern“ angekreuzt, so erfolgt simultan noch eine Visualisierung der Parameter a_ueff, n_ueff, a_ieff, zk_uist (zk_uistv) in Diagrammen und eine Datenspeicherung (data-logging) im ASCII-Format.

Abb. 20: Dialogfeld Speichern / Visualisieren

zk_uist	a_ieff	a_ueff	n_ueff
3698	69	2231	2218
3698	69	2231	2218
3697	69	2231	2218
3698	69	2231	2218
3697	69	2231	2218
3697	69	2231	2218
3697	69	2231	2218
3697	69	2231	2218
3697	69	2229	2218
3697	69	2231	2218
3697	69	2231	2218
3697	69	2231	2218
3697	69	2231	2220
3696	69	2231	2218
3696	69	2231	2218

Abb. 21: Aufgezeichnete ASCII-Daten

Flexiva automation & Robotik GmbH
Weißbacher Straße 3
D – 09439 Amtsberg

Bei jedem erneuten Verbindungsaufbau mittels Klick auf „Verbinden“ und gesetztem „Speichern“ - Kreuz wird im Arbeitsverzeichnis der ModuleConfigSuite automatisch eine neue Datendatei (für jedes Modul eine separate) im ASCII-Format mit der Dateierweiterung *.asc erzeugt. Dabei ist egal, ob man sich im Single- oder im Multi-Modus befindet. Die Dateinamen der erzeugten Dateien setzen sich aus Modul-Kürzel sowie Datum und Uhrzeit des Aufzeichnungsbeginns zusammen. Der Dateiname “M3_110406_114231.asc“ bezeichnet also eine Datenaufzeichnung des Moduls 3 die am 11.04.2006 um 11:42:31 Uhr begann.
Aus Sicherheitsgründen erfolgt die Datenspeicherung nur in dem entsprechenden Modus (Single-/Multi-) bzw. im Single-Modus nur für das gerade gewählte Modul. Sind z.B. im Multi-Modus für alle 4 Module die Kreuze zum Speichern gesetzt, so erfolgt im Single-Modus nur eine Speicherung der Daten in die Datei des entsprechenden ausgewählten Moduls und keine (Hintergrund-) Speicherung der Daten aller 4 Module. Single- und Multi-Modus speichern in ein und dieselbe Datendatei des entsprechenden Moduls.

7.4.10 Betriebsart auswählen

Im Single-Modus besteht die Möglichkeit, auf einfache Weise die erforderliche Betriebsart auszuwählen. Mittels eines einfachen Dialogfeldes (Aufruf mit Button „Auswahl“ im Feld „mod_opmode“) werden alle Bits des Parameters mod_opmode und deren Abhängigkeiten voneinander visualisiert und der entsprechende dezimale Wert des Parameters mod_opmode berechnet. Ein Klick auf „Übernehmen“ übernimmt mod_opmode (und damit die gewählte Betriebsart) ins Modul.

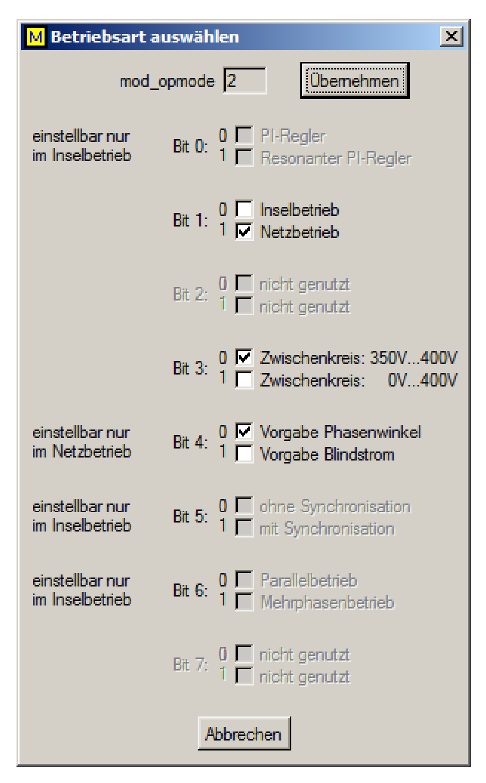


Abb. 22: Dialog zur Betriebsart-Auswahl



8 Instandhaltungsdienst und Reparatur durch den Kundendienst

Für das vom Hersteller bereitgestellte Gerät wird gemäß der allgemeinen Verkaufsbedingungen GARANTIE geleistet. Sollten während der Garantiezeit Funktionsfehler oder Schäden an dem Gerät auftreten, für die nach den Garantiebedingungen Garantie geleistet wird, nimmt der Hersteller nach vorheriger Prüfung die Reparatur oder den Austausch der fehlerhaften Bauteile vor.

Der Hersteller zeichnet sich verantwortlich für das Gerät in seiner Originalkonfiguration.

Sämtliche Eingriffe, die das Gerät, die Struktur, die Software oder den Betriebszyklus des Gerätes betreffen, dürfen nur vom Hersteller vorgenommen werden bzw. ausschließlich mit dessen ausdrücklicher Genehmigung erfolgen.



Achtung

Es müssen die vertraglich vereinbarten Umgebungsbedingungen eingehalten werden.

Der Hersteller haftet nicht für Schäden aufgrund des unsachgemäßen oder zweckwidrigen Gebrauchs des Gerätes sowie aufgrund von Schäden, die durch Eingriffe am Gerät entstehen, welche im vorliegenden Handbuch nicht ausdrücklich gefordert werden.

Flexiva automation & Robotik GmbH
Weißbacher Straße 3
D – 09439 Amtsberg